

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

ГОУ ВПО Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н. Ельцина



Управление рисками, системный анализ и моделирование

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Защиты в чрезвычайных ситуациях	
Учебный план	g20040140_19_12т6_зчс.plx Направление подготовки 20.04.01 - РФ, 760300 - КР Техносферная безопасность Магистерская программа "Защита в чрезвычайных ситуациях"	
Квалификация	магистр	
Форма обучения	очная	
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ	
Часов по учебному плану	144	Виды контроля в семестрах:
в том числе:		экзамены 3
аудиторные занятия	36	
самостоятельная работа	72	
экзамены	35,7	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	уп	рп	уп	рп
Неделя	14			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	14	14	14	14
Практические	22	22	22	22
Контактная работа в период экзаменационной сессии	0,3	0,3	0,3	0,3
В том числе инт.	16	16	16	16
Итого ауд.	36	36	36	36
Контактная работа	36,3	36,3	36,3	36,3
Сам. работа	72	72	72	72
Часы на контроль	35,7	35,7	35,7	35,7
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Иманбеков Сейитбек Толомушович;



к.т.н., и.о. доцента, Сардарбекова Эльмира
Карагуловна



Рецензент(ы):

к.т.н., и.о. доц., зав. каф. "Техносферная безопасность"
КГУСТА им. Н.Исанова,

Калыбек уулу Марат



Рабочая программа дисциплины

Управление рисками, системный анализ и моделирование

разработана в соответствии с ФГОС 3+:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 20.04.01 ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 06.03.2015 г. № 172)

составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 20.04.01 - РФ, 760300 - КР Техносферная безопасность

Магистерская программа "Защита в чрезвычайных ситуациях"

утвержденного учёным советом вуза от 08.04.2020 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Защиты в чрезвычайных ситуациях

Протокол от 28.08.2019 г. № 1

Срок действия программы: 2019-2023 уч.г.

Зав. кафедрой к.т.н., проф. Ордобаев Б.С.



Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС,

от 02 сент 2020 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры Защиты в чрезвычайных ситуациях

Протокол от 28 авг 2020 г. № 1
Зав. кафедрой к.т.н., профессор Ордобаев Б.С.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

от 27 авг 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры Защиты в чрезвычайных ситуациях

Протокол от 25 авг 2021 г. № 1
Зав. кафедрой к.т.н., профессор Ордобаев Б.С.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры Защиты в чрезвычайных ситуациях

Протокол от _____ № _____
Зав. кафедрой к.т.н., профессор Ордобаев Б.С.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель УМС

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры Защиты в чрезвычайных ситуациях

Протокол от _____ № _____
Зав. кафедрой к.т.н., профессор Ордобаев Б.С.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	получение магистрами комплекса теоретических и
1.2	инженерных знаний, позволяющих с научной обоснованностью и технико-экономической целесообразностью решать вопросы, связанные с
1.3	использованием метода системного анализа в управлении рисками
1.4	РО.2. Уметь применять методы информационных технологий, поиска, обработки научной информации и системный подход для научно-исследовательской деятельности в техносферной безопасности
1.5	РО.6. разрабатывать долгосрочные и оперативные прогнозы предупреждения и ликвидации возможных чрезвычайных ситуаций, рассчитывать экономические ущербы, последствия и риски.
1.6	
1.7	РО.3. Проводить статистический анализ результатов экспериментальных данных для принятия решений

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Методы решения научно-технических задач в сфере безопасности
2.1.2	Информационные технологии в сфере безопасности
2.1.3	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности 2
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Теория прогноза и принятия решений
2.2.2	Преддипломная практика
2.2.3	Теория и методы оценки воздействия опасных и вредных производственных факторов на человека
2.2.4	Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы
2.2.5	Прогнозирование динамики в ЧС

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОК-8: способностью принимать управленческие и технические решения	
Знать:	
Уровень 1	основные представления об управленческих и технических решениях в области безопасности
Уровень 2	приемы корректировки принятых решений и их результатов
Уровень 3	общий процесс принятия управленческих и технических решений; принципы и методы принятия решений
Уметь:	
Уровень 1	обосновывать выбор и реализовывать технологии, приемы и механизмы принятия управленческих и технических решений
Уровень 2	использовать законодательные, нормативные и методические документы в процессе принятия управленческих и технических решений
Уровень 3	самостоятельно планировать, проводить, обрабатывать и оценивать эксперимент
Владеть:	
Уровень 1	навыками принятия управленческих и технических решений
Уровень 2	методами диагностики компетенций субъекта принятия управленческих и технических решений с использованием различных оценочных средств
Уровень 3	навыками принятия управленческих и технических решений; приемами самоорганизации принятия организационно-управленческих решений
ОПК-5: способностью моделировать, упрощать, адекватно представлять, сравнивать, использовать известные решения в новом приложении, качественно оценивать количественные результаты, их математически формулировать	
Знать:	
Уровень 1	критерии обеспечения качества выполнения профессиональных задач; основные виды инженерно-технической документации; понятия, концепции, принципы и методы системного анализа, обеспечения и совершенствования процессов и систем безопасности производств.

Уровень 2	методики анализа и оценки индивидуального и коллективного риска; основные понятия и представления прикладного системного анализа, такие как виды моделей и моделирование, системы и модели систем, измерительные шкалы и области их использования; основные программные продукты по проектированию инженерных систем
Уровень 3	принципы построения моделей; состав информации, используемой при моделировании, способы ее получения и обработки; физические принципы и методы построения моделей
Уметь:	
Уровень 1	использовать современные достижения науки и техники; качественно оценивать количественные результаты; собирать и систематизировать разнообразную информацию из многочисленных источников
Уровень 2	выбирать численные модели, адекватные решаемой задаче; проводить статистическое оценивание и проверку гипотез, статистические методы обработки экспериментальных данных в объеме, необходимом для построения математических моделей; оценивать качество (устойчивость и адекватность и др.) модели
Уровень 3	пользоваться современными математическими и машинными методами моделирования, системного анализа и синтеза безопасности процессов и объектов технологического оборудования
Владеть:	
Уровень 1	навыками: использования информационного обеспечения для организации собственной деятельности; применения информационных технологий в организации собственной деятельности
Уровень 2	навыками самостоятельно разрабатывать математические модели
Уровень 3	методами математического моделирования при решении прикладных и научно-исследовательских задач
ПК-18: способностью применять на практике теории принятия управленческих решений и методы экспертных оценок	
Знать:	
Уровень 1	основные положения научной теории методов экспертных оценок в экономике
Уровень 2	основные положения теории принятия управленческих решений и методы их оценок на практике
Уровень 3	понятия теории принятия управленческих решений и методы экспертных оценок, их систематизации и типологии; методы оценки последствий принятых решений, применяемые в научно-исследовательской работе
Уметь:	
Уровень 1	применять инструментарий и методы экспертных оценок в экономических расчетах
Уровень 2	выявлять спектр управленческих решений на практике
Уровень 3	формировать необходимую информационную базу для принятия управленческих решений и методы экспертных оценок, применяемые в научно-исследовательской работе
Владеть:	
Уровень 1	экономическими методиками экспертных оценок в научных исследованиях
Уровень 2	навыками и приемами применения на практике теории принятия управленческих решений; экономическими методиками экспертных оценок
Уровень 3	навыками применения теории принятия управленческих решений и методов экспертных оценок в научных исследованиях

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	концепции, принципы, методы системного анализа и синтеза производственно-экологической безопасности путем прогнозирования и регулирования параметров риска тех происшествий, которые возможны при эксплуатации техники
3.2	Уметь:
3.2.1	прогнозировать и оценивать риски; производить анализ и рассчитывать вероятностные показатели риска; уметь принимать решения по инвестиционным проектам в условиях риска и неопределенности; уметь вырабатывать рекомендации по снижению риска.
3.3	Владеть:
3.3.1	современными математическими и машинными методами моделирования, системного анализа наиболее распространенных происшествий и системного синтеза мероприятий по снижению их риска до социально-приемлемого уровня

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Пр. полг.	Примечание
-------------	---	----------------	-------	-------------	------------	------------	-----------	------------

	Раздел 1. Теоретико-методологические основы управления рисками							
1.1	Основные принципы программно-целевого планирования и управления безопасностью /Лек/	3	2	ОК-8 ОПК-5 ПК-18	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2			
1.2	Определение основных терминов. Исследование рисков /Пр/	3	2	ОК-8 ОПК-5	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2Л3.1			
1.3	Элементы общей теории систем и системной динамики /Ср/	3	9	ОК-8 ОПК-5	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2 Э1 Э2			
1.4	Теоретический базис и система обеспечения безопасности в техносфере /Лек/	3	1	ОК-8 ОПК-5	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2Л3.1			
1.5	Управление рисками в условиях ЧС /Пр/	3	4	ОК-8 ОПК-5 ПК-18	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2	4		Мозговой штурм на тему Анализ и устранение рисков в промышленной безопасности -
1.6	Методологические основы риск-менеджмента на объекте повышенной опасности /Ср/	3	9	ОК-8 ОПК-5 ПК-18	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2Л3.1 Э1 Э2			
	Раздел 2. Моделирование и системный анализ процесса прогнозирования параметров риска							
2.1	Идентификация и предварительный анализ источников риска /Лек/	3	2	ОК-8 ОПК-5 ПК-18	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2 Э1 Э2			
2.2	Моделирование и расчет последствий аварий при оценке риска /Пр/	3	2	ОК-8 ОПК-5 ПК-18	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2Л3.1			Решение задач
2.3	Автоматизированное прогнозирование параметров риска с помощью схем функциональной целостности /Ср/	3	9	ОК-8 ОПК-5 ПК-18	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2 Э1 Э2			
2.4	Общие принципы исследования процесса причинения ущерба /Лек/	3	2	ОК-8 ОПК-5 ПК-18	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2Л3.1			
2.5	Оценка прогнозирования риска при аварии со взрывами /Пр/	3	4	ОК-8 ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2			Решение задачи

2.6	Прогнозирование вероятности происшествий методом имитационного моделирования /Ср/	3	9	ОК-8 ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2Л3.1 Э1 Э2			
Раздел 3. Прогнозирование параметров превращения и разрушительного воздействия продуктов аварийного выброса								
3.1	Прогнозирование параметров аварийного истечения и распространения энергозапаса /Лек/	3	2	ОК-8 ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2 Э1 Э2			
3.2	Прогнозирование рисков ущерба при ЧС /Пр/	3	2	ОК-8 ОПК-5	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2Л3.1 Э3			решение задач
3.3	Особенности оценки экономического ущерба от воздействия опасных факторов на объекты фауны и флоры /Ср/	3	9	ОК-8 ОПК-5	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2 Э1 Э2			
3.4	Особенности прогнозирования параметров неконтролируемого истечения и распространения потоков энергии и вредного вещества /Лек/	3	1	ОК-8 ОПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2Л3.1			
3.5	Методика определения прогнозирования риска аварийного выброса в атмосферу с помощью программы "Расчет параметров для аварии" /Пр/	3	4	ОК-8 ОПК-5	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2			решение задачи с помощью программы "Расчет параметров для аварии"
3.6	Особенности прогноза ущерба здоровью людей от воздействия вредных химических веществ /Ср/	3	9	ОК-8 ОПК-5	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2Л3.1 Э1 Э2			
Раздел 4. Моделирование и системный анализ программно-целевого регулирования параметров риска								
4.1	Обоснование требований к параметрам риска объектов повышенной опасности /Лек/	3	2	ОК-8 ОПК-5	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2 Э1 Э2			
4.2	Снижение риска за счет совершенствования контроля особо опасных работ. Работа в малых группах /Пр/	3	2	ОК-8 ОПК-5 ПК-18	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2Л3.1	2		работа в малых группах
4.3	Принципы обоснования параметров социально-приемлемого риска /Ср/	3	9	ОК-8 ОПК-5 ПК-18	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2 Э1 Э2 Э3			

4.4	Контроль соответствия прогнозируемых и реальных параметров риска возможных происшествий /Лек/	3	2	ОК-8 ОПК-5	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2			
4.5	Расчет и графическое представление потенциального территориального и социального рисков /Пр/	3	2	ОК-8 ОПК-5	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2Л3.1			
4.6	Оценка и продление остаточного ресурса критически важных технических устройств /Ср/	3	9	ОК-8 ОПК-5 ПК-18	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3			
4.7	/КрЭж/	3	0,3	ОК-8 ОПК-5	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2			
4.8	Экзамен устный /Экзамен/	3	35,7	ОК-8 ОПК-5	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.2			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Теоретические вопросы для экзамена

Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ:

1. Какие составляющие включает в себя процесс анализа рисков.
2. Как осуществляется планирование работы по анализу рисков (раскройте основные этапы планирования).
3. Какие критерии можно применить для оценки анализа рисков, предложите самостоятельно свой критерий для анализа рисков.
4. Как и по каким данным осуществляется идентификация опасностей.
5. Основные задачи, которые преследуются при анализе рисков.
6. Какие этапы оценки рисков можно выделить и что входит в эти этапы.
7. Приведите перечень происшествий, характеризующих потенциальную опасность транспортных технологий.
8. Расчет каких параметров производственного процесса характеризует индивидуальный риск.
9. Что относится к прямым методам оценки риска опасных и вредных производственных факторов
10. Что относится к косвенным методам оценки риска опасных и вредных производственных факторов.

Вопросы для проверки уровня обученности УМЕТЬ:

1. Нормативно-правовые основы мониторинга, прогнозирования и предупреждения ЧС.
2. Система мониторинга и прогнозирования ЧС.
3. Территориальный центр мониторинга и прогнозирования ЧС УР.
4. Организация взаимодействия центров мониторинга и прогнозирования ЧС.
5. Мониторинг и прогнозирование геологических явлений.
6. Мониторинг и прогнозирование гидрологических явлений.
7. Мониторинг и прогнозирование метеорологических явлений.
8. Мониторинг прогнозирование лесных пожаров.
9. Методика прогнозирования последствий взрыва.
10. Методика прогнозирования медицинских последствий.
11. Методика прогнозирования загрязнения водотоков АХОВ.
12. Методика прогнозирования последствий землетрясений.
13. Метрологическое обеспечение контроля состояния сложных технических систем.
14. Нормируемые метрологические и точностные характеристики средств контроля и испытаний в составе сложных технических систем, формы и процедуры их метрологического обслуживания.
15. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений .
16. Единая дежурно-диспетчерская служба .
17. Разработка предложений по повышению эффективности деятельности территориальной системы мониторинга и прогнозирования ЧС (далее ТСМП ЧС) и совершенствованию ее структуры.
18. Поддержание и развитие банка данных мониторинга обстановки,

прогнозирования ЧС.

19. Контроль готовности объектов лабораторий СНЛК к выполнению задач защиты населения.

20. Рассмотрение и выдача рекомендаций о целесообразности применения новых и усовершенствованных методов и технологий в области мониторинга и прогнозирования ЧС. 25. Определение характера развития ЧС, выработка рекомендаций для принятия необходимых мер по предотвращению возникновения ЧС и смягчению их социально-экономических последствий.

Задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ приведены

1. Определить гарантийный срок службы T_{γ} средств защиты в условиях воздействия вредных производственных факторов при значении доверительной вероятности безотказной работы средств защиты $\gamma = 0,9$ при времени гарантийной наработки $t_{3C} = 11,5$ ч.
2. Определить гарантийную наработку безотказности средств защиты t_{3C} , значение которой с доверительной вероятностью $\gamma = 0,99$ обеспечивало бы безопасность персонала в течение календарного месяца ($t = 720$ ч).
3. Определить гарантийный срок службы T_{γ} средств защиты в условиях воздействия вредных производственных факторов при заданном значении доверительной вероятности γ безотказной работы средств защиты в течение заданного времени гарантийной наработки t_{3C}
4. Рассчитать вероятность различных разрушений зданий при выходе в атмосферу пропана, хранящегося в сферической емкости объемом 400 м³ при температуре окружающей среды 15 °С. Здания находятся на расстоянии 1 км от резервуара. Плотность сжиженного пропана 630 кг/м³, степень заполнения емкости – 90 % по объему. Удельная теплота сгорания пропана 4,6·10⁴ кДж/кг, тротила – 4520 кДж/кг. Считать, что в течение времени, необходимого для выхода сжиженного газа из емкости, весь пропан испаряется.
5. На производственном объекте бензин хранится в наружном резервуаре объемом 1000 м³ на бетонном поддоне площадью 800 м². На расстоянии 90 м от резервуара находится здание диспетчерской. Определить возможную степень разрушения здания диспетчерской в случае аварии с разрушением резервуара. Принять температуру окружающей среды равной 27 °С, плотность жидкого бензина – 740 кг/м³, молекулярная масса бензина – 94 кг/кмоль, скрытая теплота кипения бензина (Лкип или Лисп) – 287 300 Дж/кг, температура кипения бензина – 413 К, степень заполнения емкости с бензином – 80 % по объему, удельная теплота сгорания бензина 4,62·10⁴ кДж/кг, тротила – 4520 кДж/кг, коэффициент участия газа во взрыве (Z) примите равным 0,1.
6. На складе взрывчатых веществ хранится октоген массой $G = 10\ 000$ кг. На расстоянии 500 м от склада находится одноэтажное здание механических мастерских, а на расстоянии 100 м – поселок с многоэтажными кирпичными зданиями. Энергия взрыва октогена 5860 кДж/кг, энергия взрыва тротила 4520 кДж/кг. Рассчитать радиусы зон летального поражения и безопасной для человека и показать на графике.
7. Оценить вероятность разной степени травмирования человека, находящегося на расстоянии 20 м от баллона с пропаном при взрыве этого баллона. Емкость баллона 10 м³, температура окружающей среды 28 °С, плотность пропана 430 кг/м³, удельная теплота сгорания пропана 4,6·10⁴ кДж/кг, тротила – 4520 кДж/кг.
8. Рассчитать избыточное давление и импульс фазы сжатия при выходе в атмосферу бензина, хранящегося в сферической емкости объемом 30 м³ при температуре воздуха 20 °С, емкость заполнена на 80 %, плотность бензина 780 кг/м³, его молекулярная масса 94 кг/кмоль, температура кипения бензина 377 °С, скрытая теплота кипения бензина (Лкип или Лисп) – 287 300 Дж/кг. Оценить вероятность разрушения деревянных строений, находящихся на расстоянии 500 м от емкости, при разрушении емкости и взрыве, образовавшегося ПГВ облака.
9. Найти критическое и безопасное расстояние от ЧС для защиты человека. Вычислить вероятность поражения, построить график.
10. Определите глубину зоны заражения АХОВ на время испарения 2 ч. и на время, прошедшее после аварии - 4 часа. Эквивалентное количество АХОВ в первичном облаке – 10т, во вторичном облаке: на время испарения – 20т. Степень вертикальной устойчивости воздуха – изотермия, скорость воздуха – 1 м/с.
11. Определите глубину зоны заражения, если эквивалентное количество АХОВ в первичном облаке – 3т, во вторичном – 8т. Время, прошедшее после аварии – 2 часа. Метеоусловия: изотермия, скорость ветра – 11 м/с.
12. На ХОО сосредоточены запасы СДЯВ, в т.ч. хлора – 10 т, аммиака – 250 т, нитрилакриловой кислоты – 100 т. Определить глубину зоны заражения в случае разрушения объекта. Время, прошедшее после разрушения объекта 3 ч, температура воздуха 0оС, инверсия, $V_{в} = 2$ м/с, $h = 0,06$ м.
13. На определение масштаба заражения АХОВ при аварии на химически опасном объекте. На химическом предприятии произошла авария на технологическом трубопроводе. Выброшено около 40 т сжиженного хлора, находившегося под давлением. Возник источник заражения АХОВ. Рабочие и служащие объекта обеспечены промышленными противогазами на 100%, убежищами на рабочую смену. В заводском поселке, расположенном в непосредственной близости от предприятия, проживает 500 человек. Население обеспечено противогазами на 50%. Для укрытия людей используются здания и простейшие укрытия. Метеоусловия на момент аварии: скорость ветра 5 м/с, температура воздуха 0о С, изотермия. Разлив АХОВ на подстилающей поверхности свободный ($h=0,05$ м). Определить: 1. Глубину зоны заражения хлором при времени от начала аварии $N=1$ ч. 2. Площадь зоны фактического заражения. 3. Продолжительность действия источника заражения. 4. Возможные потери персонала предприятия и населения.
14. Рассчитать социальный риск при выбросе пропана из шарового резервуара.
15. Рассчитать индивидуальный риск при выбросе пропана из шарового резервуара.
16. На испытание поставлено $N_0=20$ изделий. За время $t=800$ ч вышло из строя $n(t)=5$ штук изделий. За последующий интервал времени $\Delta t=400$ ч вышло из строя 3 изделия. Необходимо вычислить вероятность безотказной работы за время t и $t+\Delta t$, частоту отказов и интенсивность отказов на интервале Δt .
17. В течение некоторого периода времени производилось наблюдение за работой одного объекта. За весь период

зарегистрировано $n=10$ отказов. До начала наблюдений объект проработал 325 ч, к концу наблюдения наработка составила 983 ч. Определить среднюю наработку на отказ t_{cp} .

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены

5.3. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для текущего контроля: Задания по практическим занятиям. (Приложение 3)

Примерные тесты к Модулю 1

1. Что такое моделирование?

- А) Это процесс познания объекта
- Б) Это процесс построения и использования модели
- В) Это процесс представления объекта исследования
- Г) Это процесс исследования объекта

2. Что такое модель объекта?

- А) Объект-заместитель объекта-оригинала, обеспечивающий изучение всех свойств оригинала
- Б) Объект-оригинал, который обеспечивает изучение некоторых своих свойств
- В) Объект-заместитель объекта-оригинала, обеспечивающий изучение некоторых свойств оригинала
- Г) Объект-оригинал, который обеспечивает изучение всех своих свойств

3. Какой тип идеального моделирования использует игровые сценарии?

- А) Имитационный
- Б) Аналитический
- В) Интуитивный
- Г) Семиотический

4. Какой тип идеального моделирования использует обоснованные исходные предположения?

- А) Семантический
- Б) Математический
- В) Аналитический
- Г) Мысленный эксперимент

5. Укажите, какой из этапов выполняется при моделировании процессов в техносфере после семантического моделирования?

- А) Проверка адекватности модели
- Б) Постановка задачи и обоснование метода ее решения
- В) Проверка корректности модели, качественный анализ
- Г) Разработка алгоритма решения задачи

6. Мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии на опасном производственном объекте и тяжесть ее последствий – это ...

- А) Угроза аварии
- Б) Риск аварии
- В) Отказ системы
- Г) Безопасность

7. Риск – это ...

- А) количественная оценка опасности
- Б) номенклатура опасности
- В) условия, при которых реализуются потенциальные опасности
- Г) поиск причин

8. Приемлемый риск – это ...

- А) стремление к уровню безопасности с учетом экономических возможностей его достижения
- Б) качество оценки опасностей
- В) устойчивость к действиям поражающих факторов
- Г) резервные возможности технических систем

9. Технический риск – это ...

- А) частота поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых факторов опасности аварий
- Б) вероятность отказа технических устройств за определенный период функционирования
- В) масштабы и тяжесть негативных последствий аварий, снижающих качество жизни людей

- Г) соотношением пользы и вреда, получаемых обществом от вида промышленной деятельности
10. Индивидуальный риск – это ...
- А) частота поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых факторов опасности аварий
- Б) вероятность отказа технических устройств за определенный период функционирования
- В) масштабы и тяжесть негативных последствий аварий, снижающих качество жизни людей
- Г) соотношением пользы и вреда, получаемых обществом от вида промышленной деятельности
11. Социальный риск – это ...
- А) частота поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых факторов опасности аварий
- Б) вероятность отказа технических устройств за определенный период функционирования
- В) масштабы и тяжесть негативных последствий аварий, снижающих качество жизни людей
- Г) соотношением пользы и вреда, получаемых обществом от вида промышленной деятельности
12. Экономический риск – это ...
- А) частота поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых факторов опасности аварий
- Б) вероятность отказа технических устройств за определенный период функционирования
- В) масштабы и тяжесть негативных последствий аварий, снижающих качество жизни людей
- Г) соотношением пользы и вреда, получаемых обществом от вида промышленной деятельности
13. Возникновение риска не зависит от:
- А) наличие источника опасности
- Б) наличие фактора опасности в опасной (или вредной) дозе для объектов воздействия
- В) чувствительность объектов воздействия к факторам опасности
- Г) вероятность отказа технических устройств
14. Инженерные методы – это ...
- А) Методы прогнозирования и анализа рисков, основанные на заключениях экспертов
- Б) Методы, позволяющие изучить статистику потерь, имевших место в подобных видах промышленной деятельности, а также установить вероятность безопасной деятельности
- В) Методы, позволяющие строить модели опасных и вредных факторов воздействия на человека, группу населения
- Г) Методы прогнозирования и анализа рисков, основанные на опросе населения
15. Модельные методы – это ...
- А) Методы прогнозирования и анализа рисков, основанные на заключениях экспертов
- Б) Методы, позволяющие изучить статистику потерь, имевших место в подобных видах промышленной деятельности, а также установить вероятность безопасной деятельности
- В) Методы, позволяющие строить модели опасных и вредных факторов воздействия на человека, группу населения
- Г) Методы прогнозирования и анализа рисков, основанные на опросе населения
16. Социологические методы – это ...
- А) Методы прогнозирования и анализа рисков, основанные на заключениях экспертов
- Б) Методы, позволяющие изучить статистику потерь, имевших место в подобных видах промышленной деятельности, а также установить вероятность безопасной деятельности
- В) Методы, позволяющие строить модели опасных и вредных факторов воздействия на человека, группу населения
- Г) Методы прогнозирования и анализа рисков, основанные на опросе населения
17. Экспертные методы – это ...
- А) Методы прогнозирования и анализа рисков, основанные на заключениях экспертов

- Б) Методы, позволяющие изучить статистику потерь, имевших место в подобных видах промышленной деятельности, а также установить вероятность безопасной деятельности
- В) Методы, позволяющие строить модели опасных и вредных факторов воздействия на человека, группу населения
- Г) Методы прогнозирования и анализа рисков, основанные на опросе населения
18. Выберите основные этапы анализа риска:
- А) Планирование и организация работ, оценка риска, разработка рекомендаций по уменьшению риска
- Б) Идентификация опасностей, оценка риска, разработка рекомендаций по уменьшению риска
- В) Сбор статистических данных по источникам опасностей, идентификация опасностей, оценка риска, разработка рекомендаций по уменьшению риска
- Г) Планирование и организация работ, идентификация опасностей, оценка риска, разработка рекомендаций по уменьшению риска
19. Суть риск-менеджмента – это ...:
- А) устранение риска
- Б) управление риском
- В) снижение риска
- Г) выбор риска
20. Какой из этапов выполняется при управлении риском в техносфере после идентификации опасностей?
- А) Выбор альтернативных методов управления риском
- Б) Мониторинг опасностей
- В) Анализ альтернативных методов управления риском
- Г) Оценка результатов совершенствования системы управления рисками
21. Что такое мониторинг –
- А) система оценки и прогноза
- Б) система управления риском
- В) система учета опасностей
- Г) система обработки данных
22. Что не является задачей мониторинга:
- А) регулирование качества окружающей среды
- Б) наблюдение за состоянием окружающей среды и факторами, воздействующими на нее
- В) прогноз состояния окружающей среды в результате возможных загрязнений и оценку этого состояния
- Г) оценку фактического состояния окружающей среды и уровня ее загрязнения
23. Какое (-ие) утверждение (-я) верно (-ы)?
- а – вода в ядерном реакторе служит замедлителем нейтронов
- б – вода в ядерном реакторе служит теплоносителем
- А) и а, и б
- Б) только а
- В) только б
- Г) ни а, ни б

Примерные тесты к Модулю 2

1. Основной задачей функциональной подсистемы системы мониторинга и прогнозирования ЧС является:

- а) выработка рекомендаций по управлению рисками ЧС, по их предупреждению, локализации, ликвидации и смягчению негативных последствий;
- б) выработка рекомендаций по выявлению рисков ЧС и их предупреждению, и ликвидации последствий;
- в) выработка рекомендаций по определению возможного характера ЧС и масштаба их развития;
- г) выработка рекомендаций по составлению отчетных документов при каких-либо ЧС.

2. Какое учреждение важную роль в деле мониторинга и прогнозирования ЧС?

- а) Министерство природных ресурсов и экологии;
- б) МЧС России;

- в) Министерство труда и социальной защиты;
г) Министерство здравоохранения.
3. Через какие структуры организуется и осуществляется социальногигиенический мониторинг и прогнозирование обстановки?
- а) территориальные органы санитарно-эпидемиологического надзора;
б) через региональные структуры счетной палаты;
в) инспектирующие органы МЧС России;
г) специальными контрольными органами, образуемыми администрациями субъектов РФ.
4. Сколько уровней мониторинга различают в зависимости от масштаба ЧС?
- а) 5;
б) 3;
в) 4;
г) 6.
5. При каком % отношении поражения кожи наступает летальный исход?
- а) 50%;
б) 40%;
в) 60%;
г) 70%.
6. Сколько различают степеней термического ожога кожи человека?
- а) 3;
б) 4; в) 2;
г) 5.
7. Условными типовыми фазами развития ЧС, независимо от их вида, являются...
- а) накопление отрицательных эффектов, период развития катастрофы, экстремальный период, период затухания, период ликвидации последствий;
б) возникновение опасности, переход опасности в чрезвычайную ситуацию, развитие чрезвычайной ситуации, ликвидация чрезвычайной ситуации;
в) период развития чрезвычайной ситуации, экстремальный период, завершение чрезвычайной ситуации, ликвидация последствий, оказание гуманитарной помощи пострадавшим;
г) возникновение опасности, накопление отрицательных эффектов, период развития катастрофы, экстремальный период, период затухания, период ликвидации последствий.
8. Ликвидация чрезвычайной ситуации считается завершенной...
- а) по окончании проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ;
б) после оповещения населения и проведения аварийно-спасательных работ;
в) после проведения спасательных работ и эвакуации населения;
г) после возвращения населения из района эвакуации.
9. Возникшие в результате чрезвычайной ситуации безвозвратные и санитарные потери людей, материальные потери личной собственности, затраты на лечение пострадавших и на восстановление трудоспособности, морально-психологические издержки, снижение уровня жизни представляют собой ...
- а) социальный ущерб;
б) экологический ущерб;
в) экономический ущерб;
г) материальный ущерб.
10. Способность объекта производить установленные виды продукции в надлежащих объемах и номенклатуре в условиях чрезвычайной ситуации, а также приспособленность этого объекта к восстановлению в случае повреждения является _____ объекта.
- а) устойчивостью;
б) надежностью;
в) готовностью;
г) сертификацией.
11. Социальный, экономический и экологический ущербы в результате воздействия источников чрезвычайной ситуации на население, территорию и окружающую природную среду – это _____ ЧС.
- а) последствия;
б) предупреждение;
в) подготовка к ;
г) риск.
12. Чрезвычайная ситуация таких масштабов, когда количество

пострадавших составляет свыше 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 500 млн. сом, относится к ЧС. _____ характера.

- а) федерального;
- б) регионального;
- в) муниципального;
- г) локального.

14. При оценке уязвимости сооружений, если закон разрушения представляется в виде зависимости от поражающего фактора, то закон называют ...

- а) параметрическим законом разрушения;
- б) координатным законом разрушения;
- в) законом поражения;
- г) законом поражения людей.

15. Аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении ЧС и направленные на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба природной среде и материальных потерь, – это _____ ЧС.

- а) ликвидация;
- б) предупреждение;
- в) прогнозирование;
- г) последствия.

16. Основным поражающим фактором взрыва является ...

- а) воздействие ударной волны;
- б) действие высоких температур; в) вызванный взрывом пожар;
- г) отравление токсическими продуктами, образующимися при взрыве.

17. Предприятия, имеющие цеха по приготовлению древесной муки, сахарной пудры; размольные отделения мельниц по взрывной и пожарной опасности относятся к объектам ...

- а) категории Б;
- б) категории А;
- в) категории В;
- г) категории Д.

18. Основным веществом, вызывающим отравление людей при пожарах является...

- а) оксид углерода;
- б) углекислый газ;
- в) фосген;
- г) оксид азота.

19. Главной причиной пожара является ...

- а) неосторожное обращение с огнем;
- б) поджоги;
- в) нарушение правил безопасности при эксплуатации электробытовых приборов;
- г) детские шалости с огнем.

20. Горящие электроприборы под напряжением можно тушить ...

- а) углекислотным огнетушителем;
- б) пенным огнетушителем;
- в) водой;
- г) водой и пенным огнетушителем.

21. Продолжительность работы пенного огнетушителя составляет _____ секунд.

- а) 60
- б) 30
- в) 90
- г) 120

22. Пенный огнетушитель используется при возгорании ...

- а) деревянных поверхностей и горючих жидкостей;
- б) электроприборов под напряжением;
- в) различных горючих материалов и электроприборов под напряжением;
- г) горящих жидкостей (бензин, нефть, керосин, масла).

23. Источниками ионизирующих излучений техногенного характера из перечисленных являются...

- а) последствия испытания ядерного оружия;
- б) космические лучи;
- в) земная радиация;
- г) родон

Примерная тематика эссе для Модуля 3

1. Поясните понятия анализ и синтез, индукция и дедукция, приведите примеры применения данных методов и процедур в научной практике.
2. Поясните понятия формализация и конкретизация, композиция и декомпозиция, приведите примеры применения данных методов и процедур в научной практике.
3. Поясните понятия структурирование и реструктурирование, алгоритмизацию, приведите примеры применения данных методов и процедур в научной практике.
4. Поясните понятия моделирование и эксперимент, приведите примеры применения данных методов и процедур в научной практике.

Примерные задания РАР для Модуля 4

1. Расчет мощности выброса загрязняющих веществ от животноводства
2. Расчет количества отработанных люминесцентных ламп трубчатых и ртутных ламп
3. Расчет выбросов загрязняющих веществ от стоянки легкового автотранспорта
4. Расчет выделений загрязняющих веществ
5. Расчет выбросов загрязняющих веществ от металлообрабатывающего оборудования
6. Расчет выбросов загрязняющих веществ при проведении покрасочных работ

5.4. Перечень видов оценочных средств

1. Тесты
2. Эссе
3. РАР
4. Устный опрос
5. Контрольные вопросы и задания к экзамену
6. Задания к практическим занятиям
7. Фронтальный опрос
8. Активность, посещаемость

Шкалы оценивания всех ФОС приведены Приложении 2

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	ФГУ ВНИИ ГОЧС (РФ)	Единая межведомственная методика оценки ущерба от ЧС: Методическое пособие	МЧС РФ 2004
Л1.2	Иманбеков С.Т., Бозов К.Д., Ордобаев Б.С.	Оценка экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций: Учебно-методическое пособие по выполнению дипломного проекта для студентов специальности "ЗЧС": научное издание	Бишкек: Изд-во КРСУ 2013
Л1.3	Сардарбекова Э.К.	Прогнозирование и оценка социально-экономических последствий в чрезвычайных ситуациях: методические указания к проведению практических занятий	Бишкек: Изд-во КРСУ 2020

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Иманбеков С.Т., Бозов К.Д., Ордобаев Б.С., Абдыкеева Ш.С.	Оценка экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций: Учебно-методическое пособие	Бишкек: КРСУ 2013
Л2.2	С.В. Петров, В.А. Макашев	Опасные ситуации техногенного характера и защита от них: Учеб. пособие	Москва.: ЭНАС, 2008
Л2.3	Тихомиров Н.П., Потравный И.М., Тихомирова Т.М.	Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками.: Учебное пособие для ВУЗов	М.: ЮНИТИ-ДАНА 2003
Л2.4	Губанов В.М., Соломин В.П.	Чрезвычайные ситуации социального характера и защита от них: учебное пособие	

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
--	---------------------	----------	-------------------

	А	Заглавие	Издательство, год
ЛЗ.1	Д ж	Безопасность в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие	Бишкек: Изд-во КPCY 2017
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"			
Э1	Компьютерное моделирование динамики ЧС	https://books.google.kg/books?id=V-yDDwAAQBAJ&pg=PA8&lpg=PA8&dq=%D0%A3%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA+%D0%BF%D0%BE+%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%BD%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8E+%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B8+%D0%B2+%D1%87%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B2%D1%8B%D1%87%D0%B0%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D1%85+%D1%81%D0%B8%D1%82%D1%83%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F%D1%85&source=bl&ots=-sE8d1UCr7&sig=ACfU3U3O0tFgjrLXjcl2jnZWtxlyTvPS8Q&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKewim67Kw7e7oAhUJzaYKHS65CwwQ6AEwCnoECAwQKg#v=onepage&q=%D0%A3%D1%87%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%BD%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8E%20%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B8%20%D0%B2%20%D1%87%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B2%D1%8B%D1%87%D0%B0%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D1%81%D0%B8%D1%82%D1%83%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F%D1%85&f=false	
Э2	Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций// Сборник статей по материалам VII всероссийской научно-практической конференции/ г. Железногорск, 2017 г.	https://sibpsa.ru/science/publications/20-10-2017.pdf	
Э3	Примеры расчетов выброса в атмосферу	https://eco-profi.info/index.php/eco-raschet/vibros.html	
6.3. Перечень информационных и образовательных технологий			
6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии			
6.3.1	Традиционные образовательные технологии - лекции, практические		
6.3.1	Инновационные образовательные технологии - занятия в интерактивной форме, которые формируют системное мышление и способность генерировать идеи при решении различных творческих задач. К ним относятся		
6.3.1	, работа в малых группах.		
6.3.1	Информационные образовательные технологии - самостоятельное использование студентом компьютерной техники и интернет-ресурсов для выполнения практических заданий и самостоятельной работы.		
6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения			
6.3.2	Электронная библиотека при Учебно-научном техническом центре «Развитие гражданской защиты» Кулатова 11		
6.3.2	http://mes.kg/upload/file/zakon-o-hvastohranilishah.rtf		
6.3.2	http://www.iprbookshop.ru.- Электронно-библиотечная система IPRbooks		
6.3.2	http://www.public.ru - Интернет-библиотека предлагает широкий спектр информационных услуг: от доступа к электронным архивам публикаций русскоязычных СМИ и готовых тематических обзоров прессы до индивидуального мониторинга и эксклюзивных аналитических исследований, выполненных по материалам печати.		
6.3.2	http://e.lanbook.com - Ресурс, включающий в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.		
6.3.2	http://scientbook.com - Свободная информационная площадка научного общения. Инструмент коммуникации, поиска людей и научных знаний.		

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Ресурсное обеспечение ООП КРСУ формируется на основе требований к условиям реализации основных образовательных программ, определяемых ФГОС ВО по данному направлению подготовки.
7.2	КРСУ располагает учебными аудиториями для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, выполнения курсовых работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.
7.3	Также за кафедрой закреплена лекционная аудитория (10/409), оборудованная мультимедийной техникой с выходом в Интернет для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном. Для практических, самостоятельных занятий, а также проведения текущего и итогового модулей используются в ауд. 10/404 на 20 посадочных мест и компьютерный класс - ауд 10/305 на 20 посадочных мест с 15 компьютерами с выходом в Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета с выходом в Интернет и электронную библиотеку КРСУ для самостоятельной работы студентов.
7.4	Для самостоятельной работы Центр управления в кризисных ситуациях при МЧС КР (Договор) предоставляет аналитическую информацию в отделе прогнозирования.
7.5	Электронно-библиотечная система обеспечивает возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет. Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе, содержащей издания по основным изучаемым дисциплинам и сформированной (по согласованию) с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.
7.6	Библиотечный фонд укомплектован печатными и (или) электронными изданиями основной учебной и научной литературы по дисциплинам общенаучного и профессионального циклов, изданными за последние пять лет, из расчета не менее 25 экземпляров таких изданий на каждые 100 обучающихся. Фонд дополнительной литературы помимо учебной включает официальные, справочно-библиографические и специализированные периодические издания в расчете 1-2 экземпляра на каждые 100 обучающихся.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Технологическая карта дисциплины приведена в Приложении 1

Рекомендации по организации самостоятельной работы магистранта (СРМ)

- подготовка к текущим аудиторным занятиям в рамках теоретического обучения, включая лекции и практические, организуемые в традиционных и инновационных (активных, интерактивных) формах;
- работа с рекомендованной обязательной и дополнительной литературой;
- написание РАР, эссе;
- выполнение заданий с использованием компьютера и сети Интернет;

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОМЕЖУТОЧНОМУ КОНТРОЛЮ

При явке на экзамен студенты обязаны иметь при себе зачётные книжки, которые они предъявляют экзаменатору в начале экзамена.

Преподавателю предоставляется право поставить экзамен без опроса по билету тем студентам, которые набрали более 60 баллов за текущий и рубежный контроли.

На промежуточном контроле студент должен верно ответить на теоретические вопросы билета.

Оценка промежуточного контроля:

- min 20 баллов - Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ (в случае, если при ответах на заданные вопросы студент правильно формулирует основные понятия)

- 20-25 баллов – Задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ(в случае, если студент правильно формулирует сущность заданной в билете проблемы и дает рекомендации по ее решению)

- 25-30 баллов - Задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ (в случае полного выполнения контрольного задания).

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕКУЩЕМУ КОНТРОЛЮ.

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня.
2. При подготовке к следующей лекции, нужно просмотреть текст предыдущего материала, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции.
3. В течение недели выбрать время для работы с рекомендуемой литературой. Теоретический материал становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта изучаются и книги. При усвоении теоретического материала рекомендуется использовать основную литературу из предлагаемого списка и конспект. Для лучшего понимания материала и самопроверки знаний полезно ответить на вопросы к лекциям и тестам по данной теме.

При подготовке к промежуточному и рубежному контролям нужно изучить теорию, терминологию, основные подходы к освещению конкретной темы.

1. Советы по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины. Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

Подготовка к практическому занятию – 2 час.

Всего в неделю – 3 часа 30 минут.

2. Описание последовательности действий студента

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).

2. При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

3. В течение недели выбрать время (1-час) для работы с рекомендуемой литературой в библиотеке.

4. При подготовке к практическим занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме домашнего задания. Рекомендуется использовать методические указания к практическим В Приложении 3.

При подготовке к интерактивным занятиям нужно сначала понять, что требуется в задании, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи и использованием методических материалы к ним. Далее магистрант самостоятельно прорабатывает материал по теме занятия.

Метод "Мозговой штурм" представляет собой оперативный метод решения проблемы на основе стимулирования творческой активности, при котором участникам обсуждения предлагают высказывать как можно большее количество вариантов решения, в том числе самых фантастичных. Затем из общего числа высказанных идей отбирают наиболее удачные, которые могут быть использованы на практике.

На первом этапе проведения «мозгового штурма» группе задается определенная проблема для обсуждения, магистранты знакомятся с предлагаемой ситуацией, с проблемой, над решением которой им предстоит работать, а также с целью, которую им нужно достичь. Магистранты по очереди высказывают предложения.

На втором этапе обсуждают высказанные предложения, возможна дискуссия. На третьем этапе группа представляет презентацию результатов по заранее определенному принципу.

Для проведения «мозгового штурма» возможно деление магистрантов на несколько групп:

- генераторы идей, которые высказывают различные предложения, направленные на разрешение проблемы;
- критики, которые пытаются найти отрицательное в предложенных идеях;
- аналитики, которые привязывают выработанные предложения к конкретным реальным условиям с учетом критических замечаний.

Правила работы в группе:

- быть активным.
- уважать мнение участников.
- быть доброжелательным.
- быть пунктуальным, ответственным.
- не перебивать.
- быть открытым для взаимодействия.
- быть заинтересованным.
- придерживаться регламента.
- креативность.
- уважать правила работы в группе

Работа в малых группах представляет собой метод группового обсуждения кого-либо вопроса, направленного на достижение лучшего взаимопонимания и нахождения истины. Групповое обсуждение способствует лучшему усвоению изучаемого

выделяется определенное время, в течение которого они должны подготовить аргументированный обдуманный ответ.

Студент:самостоятельно прорабатывает материал по теме занятия.

Преподаватель может устанавливать правила проведения группового обсуждения – задавать определенные рамки обсуждения, ввести алгоритм выработки общего мнения, назначить лидера и др.

В результате группового обсуждения вырабатывается групповое решение / выводы (рефлексия) совместно с преподавателем.

Примерный перечень вопросов для проведения рефлексии:

- что произвело на вас наибольшее впечатление?
- что вам помогало в процессе занятия для выполнения задания, а что мешало?
- есть ли что-либо, что удивило вас в процессе занятия?
- чем вы руководствовались в процессе принятия решения?
- учитывалось ли при совершении собственных действий мнение участников группы?
- как вы оцениваете свои действия и действия группы?
- если бы вы играли в эту игру еще раз, чтобы вы изменили в модели своего поведения?

Для подготовки к самостоятельной работы необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме задания. При выполнении задания нужно сначала понять, что требуется в нем, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи, а затем провести анализ и сделать качественный вывод. Рекомендуется использовать Учебники, учебные пособия и Методические указания, рекомендуемые РПД.

Рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса.

Рекомендации по работе с литературой. Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги. Легче освоить курс, придерживаясь одного учебника и конспекта. Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться состояния понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф?, какие новые понятия введены, каков их смысл?, что даст это на практике?.

5. Советы по подготовке к рубежному и промежуточному контролям.

Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником. Кроме «заучивания» материала, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф?, какие новые понятия введены, каков их смысл?, что даст это на практике?.

При подготовке к промежуточному контролю нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы.

Рекомендации по написанию расчетно-аналитической работы (РАР)

РАР выполняется магистрантом индивидуально по индивидуальной теме, выданным преподавателем.

После получения задания студент знакомится с методическими рекомендациями по выполнению и самостоятельно приступает к работе.

Основой для написания служит лекционный материал и учебная литература, содержащая знания по методике расчета

выбросов загрязняющих веществ <https://eco-profi.info/index.php/eco-raschet/vibros.html>, а также специальные программы в приложении EXEL (пример расчета приведен в Приложении 4). Исходные данные студент готовит самостоятельно. Оформление: титульный лист ; оглавление; введение; основная часть, состоящая из расчетов; заключение; библиографический список;

Рекомендации по написанию ЭССЕ

Эссе пишется магистрантами как самостоятельный научный творческий ответ на одну из предложенных тем. Тема должна содержать в себе проблему и охватывать небольшой временной отрезок. Ответ должен представлять собой анализ проблемы. Работа не должна быть реферативного, описательного характера. Большое место в ней должно быть уделено аргументированному представлению своей точки зрения, критической оценке рассматриваемого материала и проблематики, что должно выявить их творческие способности.

Требования, предъявляемые к эссе

1. Объем эссе не должен превышать 1–2 страниц
2. Эссе должно восприниматься как единое целое, идея должна быть ясной и понятной.
3. Необходимо писать коротко и ясно. Эссе не должно содержать ничего лишнего, должно включать только ту информацию, которая необходима для раскрытия вашей позиции, идеи.
4. Эссе должно иметь грамотное композиционное построение, быть логичным, четким по структуре.
5. Каждый абзац эссе должен содержать только одну основную мысль.
6. Эссе должно показывать, что его автор знает и осмысленно использует теоретические понятия, термины, обобщения, мировоззренческие идеи.
7. Эссе должно содержать убедительную аргументацию заявленной по проблеме позиции .

Структура эссе

Структура эссе определяется предъявляемыми к нему требованиями:

- мысли автора эссе по проблеме излагаются в форме кратких тезисов (Т);
- мысль должна быть подкреплена доказательствами - поэтому за тезисом следуют аргументы (А).

Тезис — это сужение, которое надо доказать.

Аргументы - это факты, явления общественной жизни, события, жизненные ситуации и жизненный опыт, научные доказательства, ссылки на мнение ученых и др. Лучше приводить два аргумента в пользу каждого тезиса: один аргумент кажется неубедительным, три аргумента могут "перегрузить" изложение, выполненное в жанре, ориентированном на краткость и образность.

Таким образом, эссе приобретает кольцевую структуру (количество тезисов и аргументов зависит от темы, избранного плана, логики развития мысли):

- вступление
- тезис, аргументы
- тезис, аргументы
- тезис, аргументы
- заключение.

Рассмотрим каждый из компонентов эссе.

ВСТУПЛЕНИЕ – суть и обоснование выбора темы. На этом этапе очень важно правильно сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ. Во вступлении можно написать общую фразу к рассуждению или трактовку главного термина темы или использовать перифразу (главную мысль высказывания), например: « для

меня эта фраза является ключом к пониманию...», «поразительный простор для мысли открывает это короткое высказывание.....

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ - ответ на поставленный вопрос. Один параграф содержит: тезис, доказательство, иллюстрации, подвывод, являющийся частично ответом на поставленный вопрос. В основной части необходимо изложить собственную

называемой

ПОПС – формулой:

П – положение (утверждение) – Я считаю, что ...

О – объяснение – Потому что ...

П – пример, иллюстрация – Например, ...

С – суждение (итоговое) – Таким образом,

Высказывайте своё мнение, рассуждайте, анализируйте, не подменяйте оценку пересказом теоретических источников.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ, в котором резюмируются главные идеи основной части, подводящие к предполагаемому ответу на вопрос или заявленной точке зрения, делаются выводы.

Технологическая карта дисциплины «Управление рисками. системный анализ и моделирование»

Курс 2, семестр 3. Количество ЗЕ – 4. Отчетность – экзамен

Название модулей дисциплины согласно РПД	Контроль	Форма контроля	Зачетный минимум	Зачетный максимум	График контроля
Модуль 1					
Модуль 1. Теоретико-методологические основы управления рисками	Текущий контроль	Учитывается активность и посещаемость. Фронтальный опрос по разделу, выполнение практических заданий (№1,2)	4	8	5 неделя
	Рубежный контроль	Тесты	7	10	
Модуль 2					
Модуль 2. Моделирование и системный анализ процесса прогнозирования параметров риска	Текущий контроль	Учитывается активность и посещаемость. Фронтальный опрос по разделу, выполнение практических заданий (№3,4)	4	8	8 неделя
	Рубежный контроль	Тесты	6	9	
Модуль 3					
Модуль 3. Прогнозирование параметров превращения и разрушительного воздействия продуктов аварийного выброса	Текущий контроль	Учитывается активность и посещаемость. Фронтальный опрос по разделу, выполнение практических заданий (№5,6)	4	8	14 неделя
	Рубежный контроль	Эссе на тему	6	9	
Модуль 4					
Модуль 4. Моделирование и системный анализ программно-целевого регулирования параметров риска	Текущий контроль	Учитывается активность и посещаемость. Фронтальный опрос по разделу, выполнение	3	8	17 неделя

		практических заданий (№7,8)			
	Рубежный контроль	Расчетно-аналитическая работа	6	10	
Всего за семестр			40	70	
Промежуточный контроль (Экзамен)			20	30	
Семестровый рейтинг по дисциплине			60	100	

Примечание: За каждое пропущенное лекционное и практическое занятие снимается 0,5 балл. За активное участие на практическом занятии добавляется 0,5 балла.

Шкала баллов для определения итогового семестрового рейтинга

85 – 100 баллов	«отлично»
70 – 84 баллов	«хорошо»
60-69 баллов	«удовлетворительно»
менее 60 баллов	«неудовлетворительно»

Критерии оценивания промежуточного контроля (промежуточный контроль «ЗНАТЬ») по дисциплине «Управление рисками, системный анализ и моделирование»

При оценке устных ответов на проверку уровня обученности ЗНАТЬ учитываются следующие критерии:

1. Знание основных процессов изучаемой предметной области, глубина и полнота раскрытия вопроса.
2. Владение терминологическим аппаратом и использование его при ответе.
3. Умение объяснить сущность явлений, событий, процессов, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы.
4. Владение монологической речью, логичность и последовательность ответа, умение отвечать на поставленные вопросы, выражать свое мнение по обсуждаемой проблеме.

Отметкой **(16-20 баллов)** оценивается ответ, который показывает прочные знания по основным природным и техногенным опасностям, студент показывает глубокие знания в концепции, принципах, методах системного анализа и синтеза производственно-экологической безопасности путем прогнозирования и регулирования параметров риска тех происшествий, которые возможны при эксплуатации техники. Отлично умеет пользоваться современными информационными технологиями, пригодными для оптимизации мероприятий по обоснованию, обеспечению, контролю и поддержанию социально-приемлемых количественных показателей страхового и техногенного риска

Отметкой **(10-15 баллов)** оценивается ответ, который показывает хорошие знания по основным природным и техногенным опасностям, студент показывает хорошие знания в концепции, принципах, методах системного анализа и синтеза производственно-экологической безопасности путем прогнозирования и регулирования параметров риска тех происшествий, которые возможны при эксплуатации техники. Хорошо умеет пользоваться современными информационными технологиями, пригодными для оптимизации мероприятий по обоснованию, обеспечению, контролю и поддержанию социально-приемлемых количественных показателей страхового и техногенного риска

Отметкой **(5-10 баллов)** оценивается ответ, который показывает не достаточно хорошие знания по основным природным и техногенным опасностям, студент показывает удовлетворительные знания в концепции, принципах, методах системного анализа и синтеза производственно-экологической безопасности путем прогнозирования и регулирования параметров риска тех происшествий, которые возможны при эксплуатации техники. Но не умеет пользоваться современными информационными технологиями, пригодными для оптимизации мероприятий по обоснованию, обеспечению, контролю и поддержанию социально-приемлемых количественных показателей страхового и техногенного риска

Отметкой **(1-4 баллов)** оценивается ответ, который показывает очень слабые знания по основным природным и техногенным опасностям, нет знаний в концепции, принципах, методах системного анализа и синтеза производственно-экологической безопасности путем прогнозирования и регулирования параметров риска тех происшествий, которые возможны при эксплуатации техники. Не умеет пользоваться современными информационными технологиями, пригодными для оптимизации мероприятий по обоснованию, обеспечению, контролю и поддержанию социально-приемлемых количественных показателей страхового и техногенного риска.

ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

При оценке ответов на проверку уровня обученности УМЕТЬ и ВЛАДЕТЬ учитываются следующие критерии (задачи и задания):

Отметкой **(8-10 баллов)** оценивается ответ, при котором студент ставит постановку проблемы в ситуационном задании собственными словами; умеет прогнозировать и оценивает риски; производит анализ и отлично рассчитывает вероятностные показатели риска, принимает решения по инвестиционным проектам в условиях риска и неопределенности.

Демонстрирует полное понимание проблемы. Все задачи и задания выполнены.

Отметкой **(4-7 баллов)** оценивается ответ, при котором студент ставит постановку проблемы в ситуационном задании собственными словами; но не приводит альтернативные решения проблемы; умеет прогнозировать и оценивает риски; производит анализ и хорошо рассчитывает вероятностные показатели риска, принимает решения по инвестиционным проектам в условиях риска и неопределенности.

Демонстрирует значительное понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.

Отметкой **(1-3 балла)** оценивается ответ, при котором студент ставит постановку проблемы в ситуационном задании собственными словами; слабо умеет прогнозировать и оценивает риски; не производит анализ и не рассчитывает вероятностные показатели риска, принимает решения по инвестиционным проектам в условиях риска и неопределенности.

Демонстрирует совсем небольшое понимание проблемы. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.

Отметкой **(0 баллов)** оценивается ответ, при котором студент демонстрирует непонимание проблемы или нет ответа и даже не было попытки решить задачу.

Оценивание текущего контроля

Шкала для оценивания тестовых заданий.

В одном тестовом задании 23 закрытых вопросов.

1. К заданиям даются готовые ответы на выбор, один правильный и остальные неправильные.
2. Обучающемуся необходимо помнить: в каждом задании с выбором одного правильного ответа правильный ответ должен быть.
3. За каждый правильно ответ – 5 баллов
4. Общая оценка определяется как сумма набранных баллов.
5. Отметка (в %).

УСТНЫЙ ОПРОС по аналитическим групповым заданиям и фронтальному опросу

№	Наименование показателя	Отметка (в %)
1	Оригинальность и убедительность	0-15
2	Понимание проблематики и адекватность трактовки	0-25
3	Обоснованное привлечение причинно-следственных связей и социологических данных (уместность и достоверность сведений)	0-40
4	Ключевые слова (их важность для заявленной темы, грамотное употребление, количество)	0-10
5	Логичность и последовательность устного высказывания	0-10
Всего баллов		Сумма баллов

Расчетно-аналитическая работа

Номера заданий и требования по оформлению	Баллы
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
Отсутствие и правильность решения практических заданий	2
Умение делать обоснованные выводы по выполненным заданиям	2
Итого:	10

Критерии оценивания эссе

10 баллов – блестящая работа, которая отвечает всем предъявляемым требованиям, а также отличается научной новизной и является вкладом в развитие правовой науки.

9 баллов – эссе соответствует всем требованиям, предъявляемым к такого рода работам. Тема эссе раскрыта полностью, четко выражена авторская позиция, имеются логичные и обоснованные выводы. Эссе написано с использованием большого количества нормативных правовых актов на основе рекомендованной основной и дополнительной литературы, а также иной литературы, чем та, что предложена в РПД. На высоком уровне выполнено оформление работы.

8 баллов – те же требования, что и для оценки «9 баллов». Студентами не использована литература, помимо той, которая предложена в РПД.

7 баллов – тема эссе раскрыта полностью; прослеживается авторская позиция, сформулированы необходимые обоснованные выводы; использована необходимая для раскрытия вопроса основная и дополнительная литература и нормативные правовые акты. Грамотное оформление.

6 баллов – в целом тема эссе раскрыта; выводы сформулированы, но недостаточно обоснованы; имеется анализ необходимых правовых норм, со ссылками на необходимые нормативные правовые акты; использована необходимая как основная, так и дополнительная литература; недостаточно четко проявляется авторская позиция. Грамотное оформление.

5 баллов – тема раскрывается на основе использования нескольких основных и дополнительных источников; слабо отражена собственная позиция, выводы имеются, но они не обоснованы; материал изложен непоследовательно, без соответствующей аргументации и анализа правовых норм, хотя ссылки на нормативные правовые акты встречаются. Имеются недостатки по оформлению.

4 балла – тема раскрыта недостаточно полно; использовались только основные (более двух) источники; имеются ссылки на нормативные правовые акты, но не выражена авторская позиция; отсутствуют выводы. Имеются недостатки по оформлению.

3 балла – тема эссе раскрывается неполно на основе двух источников; изложение материала без собственной оценки и выводов; отсутствуют ссылки на нормативные правовые акты. Имеются недостатки по оформлению работы.

2 балла – тема эссе не раскрыта; материал изложен без собственной оценки и выводов; отсутствуют ссылки на нормативные правовые источники. Имеются недостатки по оформлению работы.

1 балл – текстуальное совпадение всего эссе с каким-либо источником, то есть – плагиат.

Практическая работа №1

Определение основных терминов. Исследование рисков

Задание: Магистрантам необходимо выполнить тест по полученному материалу с указанием ссылок на источники.

Учебное оборудование:

Аудитория, комплектующая учебной мебелью, доской.

Теоретические положения

Виды рисков.

Существует ряд классификационных признаков рисков природных, социальных, финансовых, предпринимательских и прочих, позволяющих свести их в определенные группы. Ниже приводятся виды рисков, относящихся к вопросам безопасности жизнедеятельности.

По масштабам распространения различают риски, приходящиеся на отдельного человека, группу людей, население региона, нацию, все человечество.

С позиций целесообразности риск бывает обоснованным и необоснованным (безрассудным).

По волеизъявлению подразделяют вынужденный и добровольный риски. *По отношению к сферам человеческой деятельности* выделяют экономический, социально-бытовой, политический, технологический риски и риск в природопользовании.

По степени допустимости риск бывает пренебрежимый, приемлемый, предельно допустимый, чрезмерный. Пренебрежимый риск имеет настолько малый уровень, что он находится в пределах допустимых отклонений естественного (фонового) уровня. Приемлемый риск допускает такой уровень риска, с которым мирятся, учитывая технико-экономические и социальные возможности общества на данном этапе развития. Предельно допустимый риск представляет собой максимальный риск, который не должен превышать независимо от ожидаемой выгоды. Чрезмерный риск характеризуется исключительно высоким его уровнем, который в подавляющем большинстве случаев приводит к негативным последствиям.

Любая деятельность потенциально опасна. Это предположение является предпосылкой развития теории безопасности. Уровнем опасности (риска) можно управлять. Но абсолютную безопасность достичь невозможно. **Безопасность** - это состояние деятельности, при которой с определенной вероятностью исключено проявление опасности и причинение ущерба здоровью человека.

Безопасность труда - состояние условий труда, при котором исключено воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов. На всех без исключения производствах, в том числе и на морском транспорте, есть вероятность возникновения производственных опасностей и вредностей.

Опасности проявляются в определенных пространственных областях, которые называются *опасными зонами*.

Опасная зона - это пространство, в котором возможно воздействие на работающего опасного и (или) вредного производственных факторов.

К *причинам возникновения опасности* относятся: попадание человека в опасную зону, его непродуманные и неосторожные действия, Недооценка опасности, непредсказуемость и скрытый характер опасности. организационные и технологические недоработки в

производственных процессах и др.

Таким образом, безопасность труда - это цель. Для ее достижения необходима отлаженная система управления и контроля уровня опасности и риска, которые имеют место при выполнении опасных видов работ.

Управление риском - это процесс принятия решений и осуществление мер, направленных на обеспечение минимально возможного риска.

Цель управления риском - своевременное предвидение (прогнозирование) риска, выявление факторов, что влияют на ситуацию, применение соответствующих мер по минимизации их влияния.

Одним из базовых требований при разработке и внедрении системы менеджмента профессиональной безопасности и охраны труда (СМПБОТ) является идентификация и оценка значимости рисков, содержащих в себе негативные последствия для здоровья и жизни сотрудников предприятия.

Требования к СМПБОТ изложены в стандарте OHSAS 18001:2007, подготовленным Британским институтом стандартов (BSI). В рамках данной спецификации под риском понимается соотношение вероятности и последствий опасных случаев, которые несут в себе угрозу безопасности сотрудников предприятия.

Контрольные вопросы.

1. Опасность.
2. Аксиомы о потенциальной опасности.
3. Понятие риска.
4. Концепции риска.
5. Классификация риска.
6. Приемлемый риск.
7. Сравнение рисков.
8. Развитие риска на промышленных объектах.
9. Анализ риска.
10. Общие положения по процедуре анализа риска.
11. Концепции анализа риска.
12. Методы анализа риска.
13. Порядок проведения анализ риска.
14. Что такое опасность и интенсивность опасности?
15. Что такое риск и его классификация?
16. В чем заключается понятие безопасности труда?
17. Какова цель управления риском?

Практическая работа №2

Анализ и устранение рисков на заводе ЖБИ-1 в г. Бишкек - 4 ч. интерактивное занятие «Мозговой штурм»

Цель: закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Теоретический базис и система обеспечения безопасности в техносфере. Риски в условиях чрезвычайной ситуации». Проведение в виде мозгового штурма - оперативный метод решения проблемы на основе стимулирования творческой активности.

Обеспечивающие средства: библиотечные и поисковые информационные системы, персональный компьютер, Интернет, конспект и учебное пособие.

Актуальность темы практического занятия: обусловлена необходимостью сформировать систему эффективного управления рисками для подготовки специалистов в области управления рисками в ЧС. Наличие такого огромного количества разновидностей рисков, которые для каждого отдельного предприятия и производителя – свои, обуславливает необходимость их анализа, учета и управления.

Теоретическая часть

Желательно выявлять опасности крупных аварий, включая возможности взаимодействия между установками, которые могут иметь катастрофические последствия, на самой ранней стадии разработки проекта, что позволяет значительно облегчить дальнейшие исследования опасности и эксплуатационной пригодности на последующих стадиях проекта.

Главным требованием является выявление основных опасностей, которое может быть осуществлено после установления определенных общих параметров:

1. Материалы - сырье, исходные материалы, промежуточные материалы, продукция (продукты реакции), исходящие потоки газа или жидкости.
2. Производственные операции (технологический процесс).
3. Местоположение проектируемой системы - размещение между производственными операциями, пространственные соотношения с другими системами.

Эти общие параметры должны затем рассматриваться поочередно в процессе использования контрольных перечней потенциальных опасностей. Например, контрольные перечни, разработанные для обследования большинства технологических установок, включают следующие опасности: пожар, взрыв, детонацию, токсичность, коррозию, радиацию, шум, вибрацию, ядовитый (вредный) материал, поражение электротоком, механическое повреждение.

Для отдельных процессов можно дополнительно рассматривать и другие опасности. Когда потенциальные опасности рассматриваются поочередно применительно к общим параметрам, любая значимая комбинация может служить признаком большей опасности, которая затем должна рассматриваться в соответствии с перечнем принципиальных решений.

Контрольные вопросы.

1. Каковы тенденции аварийности на производстве за последние десятилетия?
2. Объясните суть понятий " *Опасность техногенная* " .

3. Объясните суть понятий " *Технический риск* " .
4. Объясните суть понятий " *Потенциальный риск* " .
5. Объясните суть понятий " *Индивидуальный риск* ».
6. Объясните суть понятий " *Коллективный риск* " .
7. Назовите основные факторы риска в промышленности.
8. Назовите основные причины аварий на производстве.
9. По каким признакам принято классифицировать риски?
10. Назовите классификацию рисков.
11. Какая цель идентификации опасности и риска и какие этапы процесса их идентификации?
12. В чем заключается понятие и суть оценки риска?
13. На каких уровнях и с какой целью производится оценка риска?

Практическая работа №3

Моделирование и расчет последствий аварий при оценке риска. – 2 ч. (решение задачи)

Цель: Определить риск возникновения аварии системы водоснабжения города методом математического моделирования

Учебное оборудование:

Аудитория, комплектующая учебной мебелью, доской, калькуляторы.

Задание:

1. По заданному статистическому распределению времени ожидания ЧС (табл. 1) выбрать функцию риска.
2. Вычислить вероятность наступления ЧС в течении года.
3. На плоскости ($\tau, H(\tau)$) построить графики функций риска отметить значения $H^*(\tau_i)$

Исходные данные.

Аварийность в системе водоснабжения города за последние 15 лет характеризуется статистическим распределением 25-ти значений случайной величины τ – времени ожидания следующей аварии (табл. 2). Одно значение τ выходит за рамки последнего частичного интервала и поэтому не учитывается. Средняя продолжительность устранения аварии, найденная предварительно путем обработки имеющихся данных, составляет $t_{чс} = 0,01$ месяца.

Таблица. 1 - **Варианты исходных данных n=20, $\tau_{чс} = 0.01$**

№ варианта	Интервалы					
	2–4	4–6	6–8	8–10	10–12	12–14
	Средние значения τ_i					

	3	5	7	9	11	13
	Частоты n_i					
1	10	4	1	2	1	1
2	9	4	2	2	1	1
3	8	4	3	2	1	1
4	2	5	6	3	2	1
5	7	6	2	2	1	1
6	6	5	4	2	1	1
7	4	6	3	3	2	1
8	5	8	3	1	1	1
9	6	7	2	2	1	1
10	4	5	4	3	2	1
11	3	6	3	3	3	1
12	4	5	4	3	2	1
13	3	4	4	3	3	2
14	2	5	4	4	3	1
15	1	6	4	3	3	2
16	4	9	3	1	1	1
17	1	5	5	3	3	2
18	3	6	5	2	2	1
19	2	6	4	3	3	1
20	3	8	3	3	1	1
21	4	7	4	2	1	1
22	5	6	4	2	1	1
23	6	7	3	1	1	1
24	7	5	3	2	1	1
25	8	5	3	1	1	1

Теоретические положения

Количественные характеристики риска чрезвычайных ситуаций (далее ЧС) R представляет собой прогнозирование вероятности её наступления P на величину ожидаемого ущерба Y :

$$R = PY \quad (1)$$

Вероятности наступления очередной ЧС зависит о времени ожидания

$$P = H(\tau), \quad (2)$$

где $\tau > \tau_{чс}$ – время ожидания, $\tau_{чс}$ – продолжительность протекания самой ЧС, $H(\tau)$ – функция

риска. Функция риска является интегральной функцией распределения непрерывной случайной величины, T -времени ожидания следующей ЧС, поэтому

$$H(\tau) \rightarrow 0 \text{ при } \tau \rightarrow \tau_{чс} \quad (3)$$

$$H(\tau) \rightarrow 0 \text{ при } \tau \rightarrow \infty$$

Для представления функции риска чаще всего используют показательную и степенную функцию:

$$H_n(\tau) = 1 - \exp - \left(\frac{\tau - \tau_{чс}}{\tau_c} \right), \quad (4)$$

$$H_c(\tau) = 1 - \left(\frac{\tau_{чс}}{\tau} \right)^{\alpha - 1}, \quad (5)$$

где τ_c - средняя продолжительность чрезвычайной ситуации.

Функции риска (4) соответствует простейшему пуассонову потоку ЧС и быстро достигает насыщения, т.е. значения, близкого к единице. Функция риска (5) стремится к единице более медленно и характерна для последовательности редких катастрофических событий.

Параметры функций риска $\tau_{чс}$ и τ_c определяются путём статистической обработки вариационного ряда эмпирических значений интервалов между смежными ЧС.

Для этого диапазоны изменения $\tau_{чс}$ и τ_c необходимо разбить на одинаковые частичные интервалы и подсчитать частоты значений этих величин n_i , попадающих в каждый интервал.

Каждому частичному интервалу ставится в соответствие значение $\tau_{чс}$ и τ_i , равные среднему арифметическому концов этих интервалов. Относительные частоты значений τ_i определяются по формуле

$$W_i = n_i / n, \quad (6)$$

где, $n = \sum_{i=1}^m n_i$ - объём выборки, m - число частичных интервалов. По относительным частотам периодов ожидания ЧС τ_i вычисляются значения эмпирической функции риска:

$$H_i^* = \sum_{j=1}^i W_j. \quad (7)$$

В качестве значений параметров $\tau_{чс}$ и τ_c берутся их выборочные точечные оценки:

$$\tau_c = \bar{\tau} = \frac{\sum_{i=1}^m \tau_i n_i}{n}; \quad (8)$$

$$\tau_{чс} = \bar{\tau}_{чс} = \frac{\sum_{i=1}^m \tau_{чс_i} n'_i}{n'}. \quad (9)$$

Параметр α функции риска (5) определяется по эмпирическим данным методом наименьших квадратов

$$\alpha = 1 + \frac{A}{B}, \quad (10)$$

где:

$$A = \sum_{i=1}^m \ln\left(\frac{\tau_{чс}}{\tau_i}\right) \ln(1 - H_i^*) \quad (11)$$

$$B = \sum_{i=1}^m \ln^2\left(\frac{\tau_{чс}}{\tau_i}\right) \quad (12)$$

Более точно соответствует опытным данным функция риска, минимизирующая сумму квадратов разностей её расчётных и эмпирических значений:

$$S = \sum_{i=1}^m (H(\tau_i) - H_i^*)^2 \rightarrow \min. \quad (13)$$

В формуле риска (1) входит вероятность наступления ЧС за единицу времени, обычно в течении года. Эта вероятность может быть найдена с помощью функции риска:

$$P = H(\tau=1), \quad (14)$$

Проверка адекватности математической модели осуществляется путем сравнения модельных (расчетных) значений y_{xi} с эмпирическими значениями y_i , найденными на m различных уровнях независимой переменной x_i , где $i = 1, 2, \dots, m$.

Простейшей предварительной мерой соответствия математической модели реальной ситуации является относительное среднее квадратическое отклонение расчетных данных от опытных:

$$\tilde{\Delta} = \frac{S_e}{\bar{y}},$$

где $\bar{y} = \sum_{i=1}^m y_i / m$ - среднее значение опытных данных, возможность выполнить дисперсионный анализ расчетных и эмпирических данных. Для этого на каждом уровне независимой переменной x_i вычислим групповые средние значения y_i .

Пример расчета

Статистическое распределение 25-ти значений случайной величины характеризуется τ – временем ожидания следующей аварии (табл. 2) за 20 лет. Одно значение τ выходит за рамки последнего частичного интервала и поэтому не учитывается. Средняя продолжительность устранения аварии, найденная предварительно путем обработки имеющихся данных, составляет $\tau_{чс} = 0,01$ месяца. Определить параметры степенной функции риска (4) и проверить

ее адекватность опытным данным.

Таблица 2. Статистическое распределение времени ожидания следующей аварии

Частичные интервалы	2–4	4–6	6–8	8–10	10–12	12–14	14–16	16–18	18–20
τ_i	3	5	7	9	11	13	15	17	19
n_i	5	4	3	2	3	3	2	1	1

Математическая модель повторяемости аварий (4) определяет вероятность отказа в течение интервала времени (τ_{uc} , τ). Модель содержит два параметра ($p = 2$): $\tau_{uc} = 0,01$ и τ_c – средняя продолжительность интервала между двумя смежными авариями. Вычислим относительные частоты W_i отдельных значений τ_i :

Найдём относительные частоты значений W_i отдельных значений τ_i по (6), где $n = 25$, а также рассчитаем эмпирическую функцию риска H_i^* , где $i = 1, 2, \dots, m$, $m = g$ – число уровней величины τ .

Результаты расчетов приведены в табл.3.

Таблица 3. Значения эмпирической функции риска

τ_i	3	5	7	9	11	13	15	17	19
W_i	0,20	0,16	0,12	0,08	0,12	0,12	0,08	0,04	0,04
H_i^∞	0,2	0,36	0,48	0,56	0,68	0,80	0,88	0,92	0,96

Найдем средние значения времени ожидания τ_c и эмпирической функции распределения \bar{H}^* :

$$\tau_c = \sum_{i=1}^m \tau_i W_i = 8,48 \text{ месяца};$$

$$\bar{H}^* = \sum_{i=1}^m H_i^* W_i = 0,649.$$

Подставив значения параметров τ_{uc} и τ_c в формулу (5), получим следующее выражение для модели повторяемости аварий:

$$H_\tau = 1 - \exp - \left(\frac{\tau - 0,01}{8,48} \right)$$

С помощью этой формулы рассчитаем теоретические (модельные) значения функции риска H_{τ_i} в точках τ_i и вычислим разности (невязки) $H_i^* - H_{\tau_i}$ (табл. 4).

Таблица 4. Значения теоретической функции риска и их отклонения от значений

τ_i	3	5	7	9	11	13	15	17	19
H_{τ_i}	0,297	0,445	0,561	0,654	0,726	0,784	0,829	0,865	0,893
$H_i^* - H_{\tau_i}$	-0,097	-0,085	-0,081	-0,094	-0,046	0,016	0,051	0,055	0,067

По данным табл. 4 найдем выборочное среднее квадратическое отклонение

эмпирических значений функции риска от модельных:

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (H_i^* - H_{\tau i})^2}{m-p}} = 0,08,$$

А также относительную величину этого отклонения:

$$\tilde{\Delta} = \frac{S_e}{\bar{H}^*} = 0,23 = 12,3\%.$$

Отсюда следует, что рассматриваемая математическая модель вполне удовлетворительно описывает повторяемость аварий. Проверим адекватность этой модели с помощью критерия Вилкоксона-Манна-Уитни. Для этого построим общий вариационный ряд, объединяющий эмпирическую (H_i^*) и модельную ($H_{\tau i}$) выборки значений функции риска:

1		3		5	6			9
<u>0,2</u>	0,297	<u>0,36</u>	0,445	<u>0,48</u>	<u>0,56</u>	0,561	0,654	<u>0,68</u>
		12			15		17	18
0,726	0,784	0,80	0,829	0,865	0,88	0,893	0,92	0,96

Вычислим сумму рангов (порядковых номеров) эмпирических значений функции риска в объединенной выборке
 $S = 1+3+5+6+9+12+15+17+18=86$.

Найдем параметры нормального распределения случайной величины S :

$$m_s = \frac{9 \cdot 19}{2} = 85,5, \quad \sigma_s = \sqrt{\frac{9 \cdot 81}{6}} = 11.$$

Вычислим границы критической области для гипотезы об однородности эмпирической и модельной выборки на уровне значимости $\alpha = 0,05$:

$$S \leq 85,5 - 1,96 \cdot 11 = 63,94$$

$$S \geq 85,5 + 1,96 \cdot 11 = 107,06$$

Значение $S = 86$ не попадает в критическую область, значит гипотеза об однородности эмпирической и модельной выборок подтверждается, различие между эмпирическими и модельными значениями функции риска статистически незначимы и рассмотренную выше математическую модель повторяемости аварий следует считать адекватной.

Найдем с помощью построенной выше модели вероятность наступления аварии в течение месяца и года после ликвидации предыдущей аварии:

$$H(\tau=1) = 0,11; \quad H(\tau=12) = 0,76$$

Найденные вероятности свидетельствуют о необходимости безотлагательного приведения профилактических мероприятий.

Практическая работа №4. Оценка прогнозирования риска при аварии со взрывами – 2 ч.

Аудитория, комплектующая учебной мебелью, доской, калькуляторы

Цель работы: познакомиться с разными типами моделей оценки аварийных рисков для людей и материальных ресурсов и научиться оценивать обстановку при аварийных взрывах.

Теоретические положения

Прогнозирование и оценка обстановки при чрезвычайных ситуациях проводятся для заблаговременного принятия мер по предупреждению ЧС, смягчению их последствий, ликвидации последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий. В результате оценки определяют:

- Радиус зоны поражения;
- Степень ущерба материальным ресурсам;
- Степень травмирования людей;
- Вероятность причинения ущерба людям и материальным ресурсам.

При прогнозировании последствий опасных явлений используют детерминистскую и вероятностную модели. В *детерминистской модели* определенной величине негативного воздействия поражающего фактора соответствует вполне конкретная степень поражения людей и материальных ресурсов (инженерно-технических сооружений). Например, при детерминистском способе прогнозирования поражающий эффект ударной волны определяется избыточным давлением во фронте ударной волны ΔP_{ϕ} (кПа), в зависимости от которого находится степень поражения людей и инженерно-технических сооружений. Этот подход отражают табл. 1 и 2.

Таблица 1.

Зависимость степени поражения человека от избыточного давления во фронте ударной волны (ΔP_{ϕ} (кПа))

ΔP_{ϕ} , кПа	<10	10–40	40–60	60–100	>100
Степень пораж. людей	Безопасн. избыт. давление	Легкая степень пор. (ушибы)	Средняя степень поражения (кровотечения, сотрясение мозга)	Тяжелая степень поражения (контузии)	Смерт. поражения

При использовании *вероятностной модели* подход иной: при воздействии одной и той же дозы негативного воздействия предполагается, что поражающий эффект будет различен в зависимости от категории людей и типа материальных ресурсов. Другими словами, негативное воздействие поражающих факторов носит вероятностный характер.

Таблица 2

Зависимость степени разрушения зданий от избыточного давления во фронте ударной волны (ΔP_{ϕ} (кПа))

Объекты	Разрушение
---------	------------

	Полное	Сильное	Среднее	Слабое
Здания жилые				
Кирпичные многоэтажные	30–40	20–30	10–20	8–10
Кирпичные малоэтажные	35–45	25–35	15–25	8–15
Деревянные	20-30	12-20	8-12	6-8

*Примечание:** слабые разрушения – повреждения или разрушения крыш, окон, дверных проемов, ущерб 10–15 % стоимости здания; средние разрушения – разрушения крыш, окон, перегородок, чердачных перекрытий, верхних этажей, ущерб – 30–40 %; сильные разрушения – разрушение несущих конструкций и перекрытий, ущерб – 50 %, ремонт нецелесообразен; полное разрушение – обрушение зданий.

При использовании *вероятностной модели* подход иной: при воздействии одной и той же дозы негативного воздействия предполагается, что поражающий эффект будет различен в зависимости от категории людей и типа материальных ресурсов. Другими словами, негативное воздействие поражающих факторов носит вероятностный характер. Величина вероятности поражения P_{nop} (эффект поражения) измеряется в долях единицы или % и определяется по функции Гаусса через пробит-функцию:

$$P_{nop} = f[Pr(D)], (1)$$

где Pr – пробит функция (от английского *probability* – вероятность), которая является количественной мерой поражающего воздействия, которая в общем виде записывается как

$$Pr = a + b \ln D (2)$$

где a и b – эмпирические коэффициенты, характеризующие степень опасности поражающего фактора;

D – переменная, зависящая от уровня поражающего фактора.

В табл. 3 представлен вид пробит-функции для разных степеней поражения человека и разрушений зданий.

Таблица 3

Вид пробит-функции при поражающем действии ударной волны

Степень поражения	Пробит - функция
Поражения человека	
Средняя степень поражения (разрыв барабанных перепонок)	$P_{\phi} = -17,6 + 1,524 \ln \Delta P_{\phi}$
Контузия	$P_{\phi} = -5,74 \ln(4,2 / (1 + \Delta P_{\phi} / P_0) + 1,3 / (I_+ / (P_0^{1/2} m^{1/3})))$ m – масса тела, кг; P_0 - атмосферное давление, кПа
Летальный исход	$P_{\phi} = -2,44 \ln(7,38 / \Delta P_{\phi} + 1,9 * 10^3 / (\Delta P_{\phi} I_+))$
Разрушения зданий	
Слабые разрушения	$Pr = -0,26 \ln((4,6 / \Delta P_{\phi})^{3,9} + (0,11 / I_+)^5)$
Средние разрушения	$Pr = -0,26 \ln((17,5 / \Delta P_{\phi})^{3,4} + (0,29 / I_+)^{9,3})$

Сильные разрушения	$Pr = -0,22 \ln \left(\left(40 / \Delta P_{\phi} \right)^{8,4} + \left(0,26 / I_{+} \right)^{11,3} \right)$ $I_{+} - \text{импульс фазы сжатия, кПа}\cdot\text{с.}$
--------------------	--

Для определения вероятности поражения через пробит-функцию используют табл. 4.

Таблица 4

Соотношение между значениями пробит-функции и вероятностью поражения

P, %	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
0	—	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,90	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,56	6,64	6,75	6,88	7,05	7,19
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

Для определения зависимости избыточного давления во фронте ударной волны от расстояния до эпицентра взрыва (конденсированного твердого) взрывчатого вещества часто используют формулу Садовского:

$$\Delta P_{\phi} = 95 \frac{\sqrt[3]{G}}{R} + 390 \frac{\sqrt[3]{G^2}}{R^2} + 1300 \frac{G}{R^3} \quad (3)$$

где R – расстояние до эпицентра взрыва;

$G_{\text{тит}}$ – тротильный эквивалент взорвавшегося вещества, кг, определяется по формуле

$$G_{\text{тит}} = \frac{Q_{\text{вв}}}{Q_{\text{тит}}} G \quad (4)$$

где $Q_{\text{вв}}$ и $Q_{\text{тит}}$ – энергия взрывов рассматриваемого взрывчатого вещества и тротила соответственно, кДж/кг; G – масса взорвавшегося конденсированного вещества, кг. Импульс фазы сжатия (кПа·с) для конденсированного (твердого) взрывчатого вещества находится по формуле

$$I_{+} = \frac{0,4 \sqrt[3]{G^2}}{\sqrt{R}}, \quad (5)$$

Для случая взрыва паргазовоздушного облака формула Садовского будет иметь вид:

$$\Delta P_{\phi} = 81 \frac{m_{np}^{1/3}}{R} + 303 \frac{m_{np}^{1/3}}{R^2} + 505 \frac{m_{np}^{1/3}}{R^3}, \quad (6)$$

где m_{np} – приведенная масса пара или газа, участвующего во взрыве, кг, рассчитывается по формуле

$$m_{np} = \frac{Q_{вв}}{Q_{мпм}} mZ, \quad (7)$$

где $Q_{вв}$ и $Q_{мпм}$ – энергия взрывов рассматриваемого взрывчатого вещества и тротила соответственно, кДж/кг; m – масса газообразного вещества, поступившего в окружающее пространство, кг; Z – коэффициент участия горючих газов или паров в горении. Импульс фазы сжатия (кПа·с) для взрыва парогазовоздушного облака находится по формуле.

$$I_{+} = \frac{0,123m_{np}^{2/3}}{\sqrt{R}} \quad (8)$$

Задания к практической работе

Задача 1. Рассчитать вероятность различных разрушений зданий при выходе в атмосферу пропана, хранящегося в сферической емкости объемом 600 м³ при температуре окружающей среды 20 °С. Здания находятся на расстоянии 500 м от резервуара. Плотность сжиженного пропана 530 кг/м³, степень заполнения емкости – 80 % по объему. Удельная теплота сгорания пропана 4,6·10⁴ кДж/кг, тротила – 4520 кДж/кг. Считать, что в течение времени, необходимого для выхода сжиженного газа из емкости, весь пропан испаряется.

Указания к решению задачи: перед расчетом избыточного давления ударной волны, образующейся при взрыве пропана, обратите внимание на агрегатное состояние пропана и *используйте формулу для соответствующего агрегатного состояния*. Обратите внимание на единицы измерения параметров в формуле и в исходных данных, для решения задачи необходимо их соответствие друг другу, коэффициент участия газа во взрыве (Z) примите равным 0,1.

Задача 2. На производственном объекте бензин хранится в наружном резервуаре объемом 500 м³ на бетонном поддоне площадью 400 м². На расстоянии 50 м от резервуара находится здание диспетчерской. Определить возможную степень разрушения здания диспетчерской в случае аварии с разрушением резервуара. Принять температуру окружающей среды равной 27 °С, плотность жидкого бензина – 740 кг/м³, молекулярная масса бензина – 94 кг/кмоль, скрытая теплота кипения бензина ($L_{кип}$ или $L_{исп}$) – 287 300 Дж/кг, температура кипения бензина – 413 К, степень заполнения емкости с бензином – 80 % по объему, удельная теплота сгорания бензина 4,62·10⁴ кДж/кг, тротила – 4520 кДж/кг, коэффициент участия газа во взрыве (Z) примите равным 0,1.

Указания к решению задачи: перед расчетом избыточного давления ударной волны, образующейся при взрыве резервуара с бензином, обратите внимание на агрегатное состояние бензина и *используйте формулу для соответствующего агрегатного состояния*. Учтите, что при разрушении емкости с бензином образуется первичное и вторичное облако

испарившегося бензина и в суммарной массе взорвавшихся паров необходимо учесть массу как первичного, так и вторичного ПГВ облаков. При расчете массы взорвавшихся паров используйте формулы приведенные в приложениях А, Е и И ГОСТа Р 12.3.047–98 «Пожарная безопасность технологических процессов».

Задача 3. На складе взрывчатых веществ хранится октоген массой $G = 50\,000$ кг. На расстоянии 100 м от склада находится одноэтажное здание механических мастерских, а на расстоянии 500 м – поселок с многоэтажными кирпичными зданиями. Энергия взрыва октогена 5860 кДж/кг, энергия взрыва тротила 4520 кДж/кг. Рассчитать радиусы зон летального поражения и безопасной для человека. Рассчитайте вероятность гибели персонала на границе зоны летального поражения.

Указания к решению задачи: воспользуйтесь графическим способом решения (график в координатах ΔP_f , кПа (R , м)).

Задача 4. Оценить вероятность разной степени травмирования человека, находящегося на расстоянии 20 м от баллона с пропаном при взрыве этого баллона. Емкость баллона 10 м^3 , температура окружающей среды $28\text{ }^\circ\text{C}$, плотность пропана 530 кг/м^3 , удельная теплота сгорания пропана $4,6 \cdot 10^4$ кДж/кг, тротила – 4520 кДж/кг.

Указания к решению задачи: перед расчетом избыточного давления ударной волны, образующейся при взрыве пропана, обратите внимание на агрегатное состояние пропана и используйте формулу для соответствующего агрегатного состояния.

Задача 5. Рассчитать избыточное давление и импульс фазы сжатия при выходе в атмосферу бензина, хранящегося в сферической емкости объемом 50 м^3 при температуре воздуха $25\text{ }^\circ\text{C}$, емкость заполнена на 95 %, плотность бензина 740 кг/м^3 , его молекулярная масса 94 кг/кмоль , температура кипения бензина $377\text{ }^\circ\text{C}$, скрытая теплота кипения бензина (Лкип или Лисп) – $287\,300\text{ Дж/кг}$. Оценить вероятность разрушения деревянных строений, находящихся на расстоянии 500 м от емкости, при разрушении емкости и взрыве, образовавшегося ПГВ облака.

Указания к решению задачи: перед расчетом избыточного давления ударной волны, образующейся при взрыве резервуара с бензином, обратите внимание на агрегатное состояние бензина и используйте формулу для соответствующего агрегатного состояния. Учтите, что при разрушении емкости с бензином образуется первичное и вторичное облако испарившегося бензина и в суммарной массе взорвавшихся паров необходимо учесть массу как первичного, так и вторичного ПГВ облаков. При расчете массы взорвавшихся паров используйте формулы приведенные в приложениях А, Е и И ГОСТа Р 12.3.047–98 «Пожарная безопасность технологических процессов».

Пример задачи: на складе взрывчатых веществ хранится октоген массой $G = 50\,000$ кг. На расстоянии 100 м от склада находится одноэтажное здание механических мастерских, а на расстоянии 500 м – поселок с многоэтажными кирпичными зданиями. Энергия взрыва октогена 5860 кДж/кг, энергия взрыва тротила 4520 кДж/кг. Найти вероятность различных разрушений зданий механических мастерских и зданий в поселке.

Решение: найдем тротиловый эквивалент взорвавшегося октогена:

$$G_{\text{тнт}} = \frac{5860}{4520} 50000 = 64\,823\text{ кг}$$

Избыточное давление (3) во фронте ударной волны на уровне механических мастерских (100 м от эпицентра):

$$\Delta P_{\phi}^{100} = 95 \frac{64823^{1/3}}{100} + 390 \frac{64823^{2/3}}{100^2} + 1300 \frac{64823}{100^3} = 185,5 \text{ кПа}$$

Полученная величина избыточного давления соответствует полному разрушению здания механических мастерских (табл. 2). Избыточное давление во фронте ударной волны на уровне поселка (500 м от эпицентра):

$$\Delta P_{\phi}^{500} = 95 \frac{64823^{1/3}}{500} + 390 \frac{64823^{2/3}}{500^2} + 1300 \frac{64823}{500^3} = 10,8 \text{ кПа}$$

Определим вероятность разрушений зданий в поселке по пробитфункции, предварительно рассчитав импульс фазы сжатия (5):

$$I_{+} = \frac{0,4 \cdot 64823^{2/3}}{\sqrt{500}} = 29 \text{ кПа с}$$

Таким образом, определим вероятность слабых разрушений:

$$Pr = 5 - 0,26 \ln((4,6/10,8)^{3,9} + (0,11/29)^5) = 5,86$$

По табл. 4 значению пробит-функции равной 5.86 соответствует вероятность слабых разрушений 81 %. Для средних разрушений:

$$Pr = 5 - 0,26 \ln((17,5/10,8)^{8,4} + (0,29/29)^{9,3}) = 3,95$$

По табл.4 значению пробит-функции равной 3.95 соответствует вероятность средних разрушений 14 %.

Для сильных разрушений:

$$Pr = 5 - 0,22 \ln((40/10,8)^{7,4} + (0,46/29)^{11,3}) = 2,87$$

По табл. 4 значению пробит-функции равной 2,87 соответствует вероятность сильных разрушений 2 %.

Вывод: в результате взрыва октогена на складе взрывчатых веществ в поселке, расположенном на расстоянии 500 м от склада будут преимущественно слабые разрушения зданий, сопровождающиеся повреждением или разрушением крыш, окон, дверных проемов.

Последовательность проведения практической работы:

1. Изучить теоретические положения к работе.
2. Разобрать приведенный пример решения задачи.
3. Получить задание от преподавателя, при решении задачи обратить внимание на указания к решению, приведенные после условия задачи.
4. Выполнив задание, оформить отчет и сделать вывод о вероятности поражения людей и материальных ресурсов в анализируемой ситуации.

Контрольные вопросы:

1. В чем отличие применения вероятностной и детерминистской моделей при определении ущерба от аварии?
2. Что является поражающим фактором при аварии со взрывом?
3. Что такое пробит-функция?
4. Как определить вероятность разной степени поражения людей при аварии со взрывом?
5. Как оценить вероятность разной степени разрушения зданий и сооружений при аварии со взрывом?

Практическая работа №5. Прогнозирование рисков ущерба при ЧС - 2 ч.

Аудитория, комплектующая учебной мебелью, доской, калькуляторы

Цель работы: познакомиться с разными типами моделей оценки для прогнозирования рисков.

Теоретические положения

Для источника мощного теплового излучения, параметры которого приведены в таблице (1), найти критическое и безопасное расстояние для не защищенного человека $R_{кр}$ и $R_{без}$ и вычислить $P_{пор}$ в т. R_2 $R_2 = (R_{кр} + R_{без})/2$.

По значениям вероятности поражения в точках $R_{кр}$, $R_{без}$ и $R_{без}$ записать интерполяционную формулу (7) и с её помощью найти $P_{пор}$ в точках R_4 $R_4 = (R_{кр} + R_2)/2$ и $R_5 = (R_2 + R_{без})/2$.

Построить график зависимости $P_{пор}(R)$.

Таблица 1. Варианты исходных данных

№ варианта	$S_{изл}, \text{ в } \text{м}^2$	T, K	$\tau, \text{ с}$
1	10	2000	20
2	30	1800	15
3	15	2200	30
4	20	1500	25
5	10	2500	15
6	25	2000	20
7	30	1200	30
8	10	1500	25
9	15	1750	20
10	20	1800	30
11	30	1500	20
12	35	1200	25
13	10	2000	15
14	20	1750	30

15	30	1300	25
16	35	1000	30
17	15	1500	35
18	10	2500	40
19	20	1800	20
20	30	1000	30
21	25	1500	25
22	15	2200	35
23	20	1800	40
24	30	1300	30
25	25	1850	25

Теоретические положения

Независимо от характера и источника ЧС вероятность определенной степени разрешений и поражения людей можно выразить с помощью одного и того же соотношения:

$$P_{nop} = 0,5 + \int_0^{Pr} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt = 0.5 + \Phi(Pr), \quad (1)$$

где $\Phi(Pr) = \int_0^{Pr} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt$ – интеграл вероятностей, функция Лапласа, Pr – пробит функция (от английского *probability* – вероятность), которая является количественной мерой поражающего воздействия.

Выражение для пробит функции, включающие количественные характеристики поражающих факторов, найдены для всех основных опасных событий путем обработки статистических данных о последствиях аварий и катастроф.

Значение функции Лапласа могут быть найдены по таблицам или вычислить с помощью приближенной формулы:

$$\Phi(x) = 0.5(1 - (1 + 0.049867x + 0.021141x^2 + 0,032x^3 + 0.000038x^4)^{-16}) \quad (2)$$

При вычислениях по формуле (2.1) следует иметь в виду свойства функции Лапласа:

$$\Phi(-x) = -\Phi(x); \quad \Phi(0) = 0; \quad \Phi(x)|_{x \geq 5} = 0.5 \quad (3)$$

Из формулы (2.1) следует, чего при $Pr \geq 2,33$ вероятность заданного разрушения или поражения человека превышает 99%, т.е. заданный ущерб становится практически достоверным.

При $Pr = -3,2$, $P_{nop} \leq 0,001$ вероятностью поражения можно пренебречь.

Например, одним из поражающих факторов пожара, является тепловое излучение.

Пробит-функция для оценки вероятности смертельных поражений людей в результате их теплового облучения имеет вид:

$$Pr = -14,5 + 2,5 \ln\left(I^{\frac{4}{3}} \tau\right), \quad (4)$$

где I – интенсивность воздействующего на человека теплового потока, кВт/м²; τ – время воздействия, с.

Подставив в формулу (2.4) $Pr=2,33$ и $Pr=0,025$, найдем значения выражения $I^{4/3} \tau$ для критического и безопасного состояния не защищенного человека в зоне действия теплового потока

$$\begin{aligned} (I^{4/3}\tau)_{кр} &= 716,4, \\ (I^{4/3}\tau)_{без} &= 82,6 \end{aligned} \quad (5)$$

Для оценки критического ($P_{пор} \geq 99\%$, также безопасного ($P_{пор} \geq 1\%$) расстояния от источника теплового излучения можно воспользоваться формулой:

$$I \approx 5 \cdot 10^{-12} T^4 \frac{S_{изл}}{R^2}, \text{ кВт/м}^2, \quad (6)$$

где T – абсолютная температура источника излучения, K ($T=273+t$ $^{\circ}C$); S – площадь источника излучения, m^2 ; R – расстояние, m .

Для интерполяции результатов расчетов по формулам (2.1-2.6) можно использовать интерполяционную формулу Лагранжа второй степени:

$$f(x) \approx f(x_1) \frac{(x-x_2)(x-x_3)}{(x_1-x_2)(x_1-x_3)} + f(x_2) \frac{(x-x_1)(x-x_3)}{(x_2-x_1)(x_2-x_3)} + f(x_3) \frac{(x-x_1)(x-x_2)}{(x_3-x_1)(x_3-x_2)} \quad (7)$$

При применении этой формулы необходимо следить за тем, что бы одни из разностей x_1-x_2 , x_1-x_3 , x_2-x_3 не была очень малой.

Пример расчета

В результате развития пожара возник источник теплового излучения с параметрами площадь излучения $S_{изл} = 15 m^2$, $T = 2200 K$. Время пребывания в зоне облучения равно $\tau = 10$ с.

Решение

1. По формуле (6) найдем поток излучения

$$I = 5 \cdot 10^{-12} \cdot 2200^4 \cdot 15 / R^2 = \frac{1756.9}{R^2}. \quad (2.8)$$

2. По формулам (5) найдем критическое и безопасное расстояние для не защищенного человека $R_{кр}$ и $R_{без}$:

$$R_{кр} = \left(\frac{10}{716.4} \right)^{3/8} \sqrt{1756.9} = 8.4 \text{ м};$$

$$R_{без} = \left(\frac{10}{82.6} \right)^{3/8} \sqrt{1756.9} = 19 \text{ м}.$$

3. Найдем вероятность смертельного поражения человека посередине отрезка (8.4; 19):

$$R_2 = (8.4 + 19) / 2 = 13.7 \text{ м}$$

$$I = \frac{1756.9}{13.7^2} = 9.36 \text{ кВт/м}^2$$

$$P_r = 14.5 + 2.56 \ln(9.36^{4/3} \cdot 10) = -0.97$$

$$P_{пор}(R_2) = 0.5 - \Phi(0.97) = 0.166$$

4. По формуле (2.7) составим интерполяционную квадратичную зависимость $P_{пор}$ от R :

$$P_{пор} \approx 0.0176(R-13.7)(R-19) - 0.0059(R-8.4)(R-19) + 0.000018(R-8.4)(R-13.7)$$

5. С помощью интерполяционной формулы заполним таблицу распределения вероятностей смертельного поражения людей за время $\tau = 10$ с

$R_{R, M}$	$R_{кр}$	R_4	R_2	R_5	$R_{без}$
	8,4	11,05	13,7	16,35	19
$P_{пор}$	0,99	0,495	0,166	0,0011	0,0010

Практическая работа №6. Методика определения прогнозирования риска аварийного выброса в атмосферу с помощью программы "Расчет параметров для аварии" - 4 ч. (семинар)

Цель: Изучить выраженный в наиболее общем виде процесс анализа риска, представленного как ряд последовательных событий. Рассмотреть виды основных концепций анализа рисков. Основные методы идентификации рисков, их преимущества и недостатки. Рассчитать прогнозирование риска аварийного выброса в атмосферу с помощью программы "Расчет параметров для аварии"

Обеспечивающие средства: библиотечные и поисковые информационные системы, персональный компьютер, программа «"Расчет параметров для аварии», Интернет, конспект и учебное пособие.

Актуальность темы практического занятия: обусловлена необходимостью сформировать систему эффективного управления рисками для подготовки специалистов в области управления рисками в ЧС. Наличие такого огромного количества разновидностей рисков, которые для каждого отдельного предприятия и производителя – свои, обуславливает необходимость их анализа, учета и управления.

Теоретические положения

В основу данной методики положена математическая модель определения уровня рисков в области профессиональной безопасности и охраны труда и характеризует риск, как вероятность развития комплекса неблагоприятных факторов:

$$R = Vxp$$

где V -показатель вероятности возникновения риска. Значение данного показателя характеризуется прогнозируемой частотой появления соответствующей рискованной ситуации;
 p - комплексный показатель ожидаемых последствий отданного риска. Данный показатель определяется по следующей формуле:

$$p = a + b + c + d + e$$

где a - степень негативного влияния на здоровье людей;

b - степень негативного влияния на репутацию и имидж предприятия в глазах общественности;

c - значимость нарушения законодательных и отраслевых требований;

d - степень финансовых убытков от риска;

e - степень негативного влияния на нормальный производственный цикл. Таким образом, получаем

$$R = Vx(a + b + c + d + e)$$

Первичными критериями отбора кандидатов в эксперты являются следующие условия:

- теоретическое обучение принципам разработки, внедрения и функционирования СМПБОТ в соответствии с требованиями *OHSAS18001:2007*;
- наличие общего производственного стажа -не менее 3-х лет;
- опыт работы на производственных участках предприятия, для которых

осуществляется оценка значимости рисков в области профессиональной безопасности и охраны труда.

Рекомендуемые критерии, по которым определяется численное значение показателя вероятности, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Базовые критерии определения показателя вероятности возникновения рисков в области профессиональной безопасности и охраны труда.

Значение показателя	Характеристика частоты возникновения риска	Описание частоты возникновения риска
1 балл	Событие почти невероятно	Событие, происходящее только при исключительном стечении обстоятельств, 0-1 случай за всю историю предприятия
2 балла	Событие маловероятно	Событие, которое не наблюдается или редко наблюдается: реже, чем один раз в 10 лет
3 балла	Событие вероятно	Событие, которое иногда может произойти, но наблюдается реже, чем один раз в 5 лет
4 балла	Событие достаточно вероятно (возможно)	Событие весьма вероятно и периодически наблюдается каждый год
5 баллов	Событие почти достоверно	Событие, регулярно наблюдаемое на предприятии, происходит почти каждый месяц

Рекомендуемые критерии, по которым определяется комплексное численное значение показателя последствий, приведены по группам в таблице

2. В зависимости от специфики предприятия, его производственной деятельности и контекста риск-менеджмента данные критерии необходимо пересматривать применительно к каждому конкретному случаю.

Таблица 2 – Базовые критерии определения комплексного показателя последствий рисков в области профессиональной безопасности и охраны труда

Характеристика показателя	Значение показателя
а - Степень негативного влияния на здоровье людей	
Легкая травма, оказание первой медицинской помощи в медпункте предприятия	1
Травма, оказание стационарной медицинской помощи, временная потеря трудоспособности на 1-2 недели	2
Серьезная травма, оказание стационарной медицинской помощи, временная потеря трудоспособности более чем на 2 недели	3
Серьезная травма, ранение, оказание стационарной медицинской помощи, постоянная нетрудоспособность одного или нескольких людей	4

Характеристика показателя	Значение показателя
Серьезные травмы, ранение, постоянная нетрудоспособность нескольких человек, смертельные исходы	5
б- Степень негативного влияния на репутацию и имидж предприятия в глазах общественности	
Реакция общественности отсутствует, за исключением одного телефонного звонка	1
Несколько телефонных звонков, статья в местной прессе	2
Несколько телефонных звонков, статья в местной прессе, передача по местному ТВ	3
Телефонные звонки, статья в республиканской прессе, передача по местному и национальному ТВ	4
с - Значимость нарушения законодательных и отраслевых требований	
Небольшое нарушение, расследование и штрафные санкции отсутствуют	1
Небольшое нарушение, расследование внутри предприятия, небольшие штрафные санкции	2
Серьезное нарушение, расследование внутри предприятия или на уровне департамента, существенные штрафные санкции	3
Серьезное нарушение, расследование на уровне департамента или правительства, судебный процесс, обвинение, судебный иск	4
д- Степень финансовых убытков от риска	
Нулевые или низкие финансовые потери, до 300 \$, ущерб для оборудования отсутствует	1
Небольшие финансовые потери, от 300 до 2000 \$. ущерб для оборудования отсутствует или незначительный	2
Средние финансовые потери, от 2000 до 5000 \$, ущерб для оборудования незначительный	3
Средние или высокие финансовые потери, от 5000 до 10000\$, значительный ущерб для оборудования, требуется ремонт	4
Высокие финансовые потери, более 10000 \$, значительный ущерб для оборудования, требуется ремонт и восстановление	5
е - Степень негативного влияние на нормальный производственный цикл	
Незапланированная остановка производственного процесса не более чем на 1 час, снижение производительности труда в течение 2-х часов	1

Незапланированная остановка производственного процесса не более чем на 0,5 дня, снижение производительности труда в течение 2-5 часов	2
Характеристика показателя	Значение показателя
Незапланированная остановка производственного процесса не более чем на 1 день, снижение производительности труда в течение 1 дня	3
Незапланированная остановка производственного процесса более чем на 1 день, снижение производительности труда в течение 1 дня	4
Незапланированная остановка производственного процесса более чем на 2 дня	5

Абсолютная величина данного критерия зависит от финансовых возможностей организации и контекста менеджмента риска.

Некоторые компании включают в расчет риска фактор опасности нанесения экологического ущерба:

- 1) штатное воздействие, в пределах регламента МАРПОЛа;
- 2) незначительное превышение ПДК, ПДВ;
- 3) превышение воздействия в разы ПДК, ПДВ;
- 4) аварийное воздействие (>10 раз допустимых норм)

В рамках данной методики уровень риска определяется в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 – Шкала уровней риска в области профессиональной безопасности и охраны труда

Характеристика уровня риска	Значение показателя
Экстремальный уровень риска Данный риск должен управляться высшим руководством предприятия, необходим детальный план действий, постоянный мониторинг, экстремальный уровень риска требует изменений штата сотрудников, назначения ответственного лица, выделение дополнительных ресурсов	R>30
Высокий уровень риска Данный риск требует детального изучения, планирования на уровне высшего руководства, назначения ответственного лица, мониторинга и выделение дополнительных ресурсов	30>R>20

Средний уровень риска Данный риск управляется посредством специализированных процедур, требует назначения ответственного лица, не требует дополнительных ресурсов	20>R>10
Низкий уровень риска Данный риск управляется посредством существующих процедур, не требует дополнительных ресурсов	10>R

1. Определите глубину зоны заражения АХОВ на время испарения 6 часов и на время, прошедшее после аварии - 2 часа. Эквивалентное количество АХОВ в первичном облаке – 1 т, во вторичном облаке: на время испарения – 26 т и на время, прошедшее после аварии – 9 т. Степень вертикальной устойчивости воздуха – изотермия, скорость воздуха – 1 м/с.

2. Определите глубину зоны заражения, если эквивалентное количество АХОВ в первичном облаке – 1 т, во вторичном – 7 т. Время, прошедшее после аварии – 3 часа. Метеоусловия: изотермия, скорость ветра – 10 м/с.

3. На ХОО сосредоточены запасы СДЯВ, в т.ч. хлора – 30 т, аммиака – 150 т, нитрилакриловой кислоты – 200 т. Определить глубину зоны заражения в случае разрушения объекта. Время, прошедшее после разрушения объекта 3 ч, температура воздуха 0°С, инверсия, $V_v = 1$ м/с, $h = 0,05$ м.

4. На определение масштаба заражения АХОВ при аварии на химически опасном объекте. На химическом предприятии произошла авария на технологическом трубопроводе. Выброшено около 40 т сжиженного хлора, находившегося под давлением. Возник источник заражения АХОВ. Рабочие и служащие объекта обеспечены промышленными противогазами на 100%, убежищами на рабочую смену. В заводском поселке, расположенном в непосредственной близости от предприятия, проживает 500 человек. Население обеспечено противогазами на 50%. Для укрытия людей используются здания и простейшие укрытия. Метеоусловия на момент аварии: скорость ветра 5 м/с, температура воздуха 0°С, изотермия. Разлив АХОВ на подстилающей поверхности свободный ($h=0,05$ м). Определить: 1. Глубину зоны заражения хлором при времени от начала аварии $N=1$ ч. 2. Площадь зоны фактического заражения. 3. Продолжительность действия источника заражения. 4. Возможные потери персонала предприятия и населения.

Теоретические положения

Порядок выполнения см. в [ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНО ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ: методические указания к проведению практических занятий / сост. Э. К. Сардарбекова. Бишкек: КРСУ, 2021. 64 с.] на стр. 52-6-

Пример выполнения задачи в программе “Расчет параметров аварии”:



Расчет параметров для аварии с одним АХОВ

1. Ввод данных

Определение эквивалентного количества вещества

Выберите АХОВ

- Треххлористый фосфор
- Хлорокись фосфора
- Хлор**
- Хлорпикрин
- Хлорциан
- Этиленмин
- Этиленсульфид
- Этилмеркаптан
- Другое вещество

10 Введите количество разлившегося при аварии вещества ,т

3 Введите скорость ветра ,м/с

20 Введите температуру ,С⁰

0,8 Введите толщину слоя АХОВ вылившегося на поверхность ,м

10 Введите время после начала аварии ,ч

утро Введите время суток

ясно Облачность

Наличие снега

Критерий выбора времени суток

"Утро"-в течение 2ч после восхода солнца
 "Вечер"-в течение 2ч после захода солнца
 "День"-светлое время исключая "утро"

Определение эквивалентного кол-ва вещества ,т

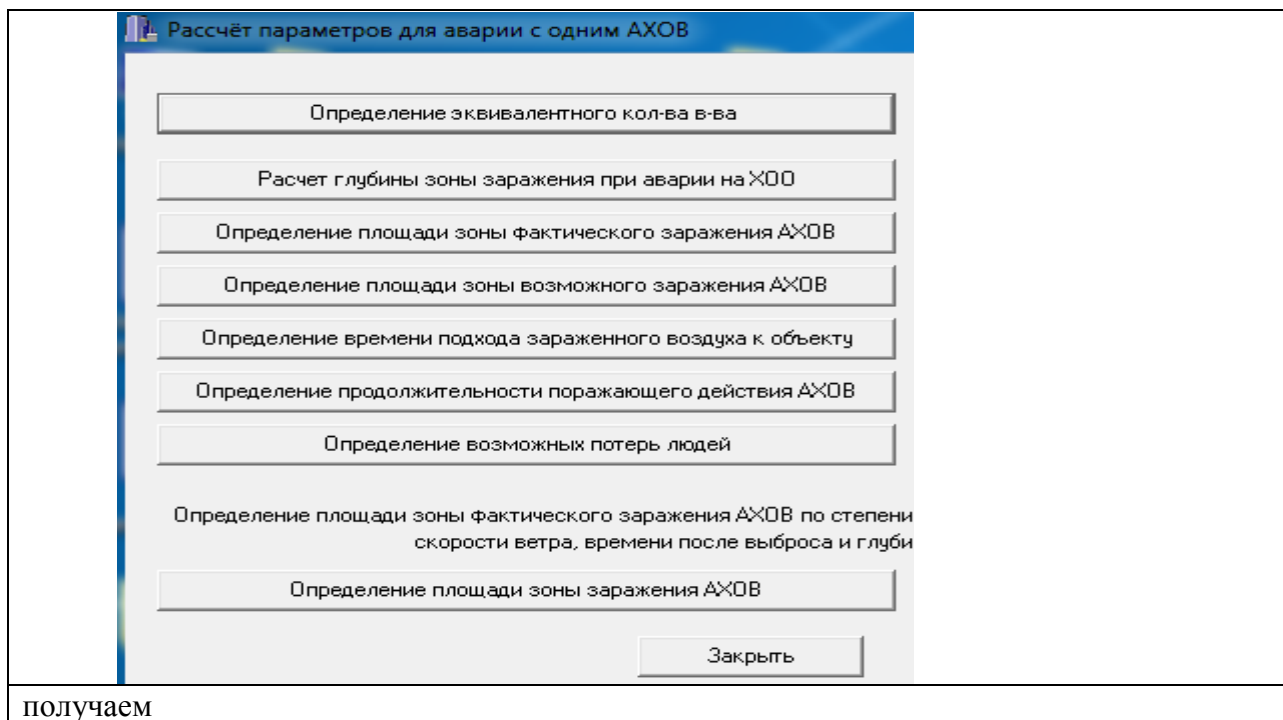
0,414000034 по первичному облаку

0,845038712 по вторичному облаку

Изотермия

Расчет Закреть

2. Поэтапно нажимая



получаем

Расчёт параметров для аварии с одним АХОВ

Определение эквивалентного кол-ва в-ва	первичное	0,41400003	.Т	вторичное	0,84503871	.Т
Расчет глубины зоны заражения при аварии на ХОО	глубина	2,645274	км	Г 1	1,3472	км
Определение площади зоны фактического заражения АХОВ		1,47500395	км ²	Г 2	1,9716	км
Определение площади зоны возможного заражения АХОВ			км ²			
Определение времени подхода зараженного воздуха к объекту	He		ч.	дой		мин.
Определение продолжительности поражающего действия АХОВ	14		ч.	21,1		мин.
Определение возможных потерь людей		40				%

Определение площади зоны фактического заражения АХОВ по степени вертикальной устойчивости воздуха скорости ветра, времени после выброса и глубине заражения

Определение площади зоны заражения АХОВ	2,0540215	км ²
---	-----------	-----------------

Закреть

Определение площади химического заражения

3	Скорость ветра	<p>Определение площади зоны фактического химического заражения независимо от вещества</p> <p>2,0540215969</p> <p>Расчет</p> <p>Закреть</p>
10	Время после выброса	
4	Глубина зоны заражения	
Инверсия Изотермия Конвекция	Выбрать степень вертикальной устойчивости воздуха	

Контрольные вопросы

1. Как определяется риск в методике прогностической оценки риска по идентифицированным опасностям?
2. По каким критериям отбираются кандидаты в эксперты по оценке риска в области охраны труда?
3. Как в методике оценивается степень негативного влияния на здоровьелюдей?
4. Как в методике оценивается степень негативного влияния на репутацию и имидж предприятия в глазах общественности?
5. Как в методике оценивается значимость нарушения законодательных и отраслевых требований?
6. Как в методике оценивается степень финансовых убытков от риска?
7. Как в методике оценивается степень негативного влияния на нормальный производственный цикл?

8. Как обеспечиваются и организовываются работы с «экстремальным» уровнем риска?
9. Как обеспечиваются и организовываются работы с «высоким» уровнем риска?
10. Как обеспечиваются и организовываются работы с «средним» уровнем риска?
11. Как обеспечиваются и организовываются работы с «низким» уровнем риска?

**Практическая работа №7. Снижение риска за счет совершенствования
контроля особо опасных работ. Работа в малых группах**

Цель: продемонстрировать сходство или различия параметров риска, выработать стратегию или разработать план по совершенствованию контроля особо опасных работ, выяснить отношение различных групп участников к одному и тому же вопросу.

Задачи:

Развитие навыков общения и взаимодействия в группе. Формирование ценностно-ориентационного единства группы. Поощрение к гибкой смене социальных ролей в зависимости от ситуации.

Материальное обеспечение: Карточки с заданиями и ответами. Секундомер.

Практическая работа № 8. Расчет и графическое представление потенциального территориального и социального рисков

Цель занятия: научиться рассчитывать и наносить на карту потенциальный территориальный риск возникновения аварии на ОПО, а также строить F/N диаграммы

Задание. Рассчитать социальный риск при выбросе пропана из шарового резервуара.

Данные для расчета

Резервуар расположен на территории резервуарного парка склада сжиженных газов и имеет объем 1000 м³. Температура 20 °С. Плотность сжиженного пропана 530 кг/м³. Степень заполнения резервуара 80 % (по объему). Удельная теплота сгорания пропана 4,6 · 10⁷ Дж/кг. Расстояние от резервуара до человека, для которого определяют индивидуальный риск, составляет 500 м. Анализ статистики аварий показал, что вероятность выброса пропана из резервуара составляет 1 · 10⁻³ год⁻¹.

Теоретические положения

Требования и этапы расчета потенциального территориального и социального рисков приведены в ГОСТ Р 12.3.047-98 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. Приложения Э и Ю.

Оценку риска проводят на основе построения логической схемы, в которой учитывают различные иницирующие события и возможные варианты их развития.

Рассчитывают вероятности Q(A_i) реализации каждого из рассматриваемых вариантов логической схемы. Для этого используют следующие соотношения:

$$Q(A_1) = Q_{ав} Q_{мг} Q_{ф} Q_{о.ш}, \quad (\text{Э.1})$$

где Q_{ав} — вероятность аварийного выброса горючего вещества (разгерметизация установки, резервуара, трубопровода);

Q_{мг} — вероятность мгновенного воспламенения истекающего продукта;

Q_ф — вероятность факельного горения струи истекающего продукта;

Q_{о.ш} — вероятность разрушения близлежащего резервуара под воздействием «огненного шара»;

$$Q_{о.ш} = 1 - Q_{о.ш}.$$

$$Q(A_2) = Q_{ав} Q_{мг} Q_{ф} Q_{о.ш}, \quad (\text{Э.2})$$

$$Q(A_3) = Q_{ав} Q_{мг} Q'_{о.ш}. \quad (\text{Э.3})$$

где Q'_{о.ш} — вероятность разрушения резервуара с образованием «огненного шара».

$$Q(A_4) = Q_{ав} Q_{мг} P_3, \quad (\text{Э.4})$$

где Q_{мг} — вероятность того, что мгновенного воспламенения истекающего продукта не произойдет;

P₃ — вероятность того, что средства предотвращения пожара задачу выполнили, либо произошло рассеяние облака парогазовоздушной смеси.

$$Q(A_5) = Q_{ав} Q_{мг} P_3 Q_{в.п} Q_{о.ш}, \quad (\text{Э.5})$$

где P₃ = 1 - P₃ вероятность невыполнения задачи средствами предотвращения пожара;

Q_{в.п} — вероятность воспламенения пролива.

$$Q(A_6) = Q_{ав} Q_{мг} P_3 Q_{в.п} Q_{о.ш}, \quad (\text{Э.6})$$

$$Q(A_7) = Q_{ав} Q_{мг} P_3 Q_{в.п} Q_{с.о} Q_{о.ш}, \quad (\text{Э.7})$$

где $Q_{в.п} = 1 - Q_{в.п}$;

$Q_{с.о}$ — вероятность воспламенения облака паровоздушной смеси.

$$Q(A_8) = Q_{ав} Q_{мг} P_3 Q_{в.п} Q_{с.о} Q_{о.ш} , \quad (\text{Э.8})$$

$$Q(A_9) = Q_{ав} Q_{мг} P_3 Q_{в.п} Q_{с.д} Q_{о.ш} \quad (\text{Э.9})$$

где $Q_{с.д} = 1 - Q_{с.о}$ — вероятность сгорания облака паровоздушной смеси, с развитием избыточного давления.

$$Q(A_{10}) \square Q_{ав} Q_{мг} P_3 Q_{в.п} Q_{с.д} Q_{о.ш} \quad (\text{Э.10})$$

Символы A_1 — A_{10} обозначают:

A_1 — мгновенное воспламенение истекающего продукта с последующим факельным горением;

A_2 — факельное горение, тепловое воздействие факела приводит к разрушению близлежащего резервуара и образованию «огненного шара»;

A_3 — мгновенный выброс продукта с образованием «огненного шара»;

A_4 — мгновенного воспламенения не произошло, авария локализована благодаря эффективным мерам по предотвращению пожара либо в связи с рассеянием парового облака;

A_5 — мгновенной вспышки не произошло, меры по предотвращению пожара успеха не имели, возгорание пролива;

A_7 — сгорание облака парогазовоздушной смеси;

A_9 — сгорание облака с развитием избыточного давления в открытом пространстве;

A_6, A_8, A_{10} — разрушение близлежащего резервуара под воздействием избыточного давления или тепла при горении пролива или образовании «огненного шара».

Оценку вероятностных параметров, входящих в формулы (Э.1) — (Э.10), проводят следующим образом.

Вероятность $Q_{ав}$ разгерметизации установки (трубопровода, резервуара) и выброса горючего вещества в течение года определяют исходя из статистических данных об авариях по формуле

$$Q_{ав} = N_{ав} / N_{уст} T$$

где $N_{ав}$ — общее число аварийных выбросов горючего продукта на установках данного типа;

$N_{уст}$ — число наблюдаемых единиц установок;

T — период наблюдения, лет.

Вероятность мгновенного возгорания истекающего продукта $Q_{мг}$ рассчитывают по формуле

$$Q_{мг} = N_{мг} / N_{ав} . \quad (\text{Э.12})$$

где $N_{мг}$ — число случаев мгновенного воспламенения истекающего продукта при его аварийных выбросах.

При отсутствии необходимых статистических данных допускается принимать:

$$Q_{мг} = 0,05; Q_{мг} = 0,95. \quad (\text{Э.13})$$

Вероятность возникновения факельного горения $Q_{ф}$ рассчитывают по формуле

$$Q_{ф} = N_{ф} / N_{мг} , \quad (\text{Э.14})$$

где $N_{ф}$ — число случаев факельного горения истекающего продукта на установках данного типа.

Вероятность возникновения «огненного шара» при разрушении близлежащего резервуара под воздействием пожара (избыточного давления) $Q_{о.ш}$ рассчитывают по

формуле

$$Q_{0.ш} = 1 - R_{бл} R_{п.а} R_{оп} [1 - (1 - R_{оп})(1 - R_{т.п})], \quad (\text{Э.15})$$

где $R_{п.а}$ — техническая надежность предохранительной арматуры резервуаров, принимают:

$R_{п.а} =$

$\begin{cases} 0,95 & \text{— если установлены системы аварийного сброса продукта с требуемой производительностью} \\ 0 & \text{— если системы аварийного сброса отсутствуют} \end{cases}$

$R_{бл}$ — техническая надежность систем блокирования процессов подачи и переработки продукта при аварии, принимается:

$R_{бл} = \begin{cases} 0,95 & \text{— если системы блокирования установлены} \\ 0 & \text{— если системы блокирования отсутствуют} \end{cases}$

$R_{т.п}$ — вероятность эффективной защиты поверхности установки с помощью теплоизолирующих покрытий:

$R_{т.п.} = \begin{cases} 0,95 & \text{— при наличии теплоизолирующего покрытия} \\ 0 & \text{— при отсутствии теплоизолирующего покрытия} \end{cases}$

$R_{оп}$ — вероятность эффективной работы систем орошения установок (резервуаров):

$$R_{оп} = P_{у.п.с}(t_{пр} \leq t_p) + \bar{P}_{у.п.с} P'(t_{пр} \leq t_p)$$

где $P_{у.п.с}$ — вероятность выполнения задачи установками пожарной сигнализации;

$$\bar{P}_{у.п.с} = 1 - P_{у.п.с};$$

$R_{пр}$ — вероятность вызова персоналом аварийных подразделений:

$R_{т.п.} = \begin{cases} 0,33 & \text{— при односменном режиме работы} \\ 0,67 & \text{— при двусменном режиме работы,} \\ 0 & \text{— при трехсменном режиме работы} \end{cases}$

t_p — расчетное время воздействия опасных факторов пожара на близлежащий резервуар до его разрушения, мин;

$t_{пр}$ — время прибытия оперативных подразделений к месту пожара, мин;

$P(t_{пр} \leq t_p)$ — вероятность прибытия оперативных подразделений пожарной охраны за время, меньшее расчетного времени разрушения близлежащего резервуара.

Вероятность R_3 предотвращения пожара благодаря эффективным противопожарным мероприятиям или по погодным условиям рассчитывают по формуле

$$R_3 = N_{н.в} / (N_{а.в} - N_{мг}), \quad (\text{Э.17})$$

где $N_{н.в}$ — число аварий, при которых не произошло воспламенения горючих веществ.

Вероятность $Q_{в.п}$ воспламенения пролива горючих веществ, образовавшегося в результате аварии с разгерметизацией установки, рассчитывают по формуле

$$Q_{в.п} = N_{в.п} / (N_{а.в} - N_{мг} - N_{н.в}), \quad (\text{Э.18})$$

где $N_{в.п}$ — число случаев воспламенения пролива при авариях на установках данного типа.

Вероятность $Q_{с.о}$ о сгорания облака паровоздушной смеси, образовавшейся в результате выброса и последующего испарения горючих веществ, рассчитывают по формуле (Э.19)

где $N_{с.о}$ — число случаев сгорания облака при авариях на установках данного типа.

Вероятность $Q_{с.д}$ сгорания паровоздушной смеси с развитием избыточного давления рассчитывают по формуле

$$Q_{с.д} = N_{с.д} / (N_{а.в} - N_{мг} - N_{в.п}) \quad (\text{Э.20})'$$

где $N_{с.д}$ — число случаев сгорания паровоздушной смеси с развитием избыточного давления при авариях на установках данного типа.

Если статистические данные, необходимые для расчета вероятностных параметров, входящих в формулы (Э.1) — (Э.10), отсутствуют, вероятность реализации различных сценариев аварии рассчитывают по формуле

$$Q(A_i) = Q_{ав} Q(A_i)_{ст}, \quad (\text{Э.21})$$

где $Q(A_i)_{ст}$ — статистическая вероятность развития аварии по i -й ветви логической схемы. Для СУГ, $Q(A_i)_{ст}$ определяют по табл. Э.1.

Таблица Э.1

Статистические вероятности различных сценариев развития аварии с выбросом СУГ

Сценарий аварии	Вероятность	Сценарий аварии	Вероятность
Факел	0,0574	Сгорание с развитием избыточного давления	0,0119
Огненный шар	0,7039	Без горения	0,0292
Горение пролива	0,0287	Итого	1
Сгорание облака	0,1689		

Для каждого варианта логической схемы проводят расчеты поражающих факторов (интенсивность теплового излучения, длительность его воздействия, избыточное давление и импульс волны давления) с помощью методов, приведенных в приложениях В, Д, Е. Вычисления проводят для заданных расстояний от места инициирования аварии. Количество вещества, принимающего участие в создании поражающих факторов, оценивают в соответствии с расчетным вариантом аварии. Условная вероятность $Q_{п}$ поражения человека избыточным давлением, развиваемым при сгорании газопаровоздушных смесей, на расстоянии r от эпицентра рассчитывают следующим образом: - вычисляются избыточное давление Δp и импульс i по методам, описанным в приложении Е; - исходя из значений Δp и i , вычисляют значение «пробит» — функции Pr по формуле

$$Pr = 5 - 0,26 \ln (V), (\text{Э.22})$$

где $V = \left(\frac{17500}{\Delta p}\right)^{8,4} + \left(\frac{290}{i}\right)^{9,3}$

Δp — избыточное давление. Па;

i — импульс волны давления. Па · с;

- с помощью соответствующей таблицы определяют условную вероятность поражения человека.

Условная вероятность поражения человека тепловым излучением определяется следующим образом: а) рассчитываются Pr по формуле

$$Pr = -14,9 + 2,56 \ln (t q^{1,33}), (\text{Э.24})$$

где t — эффективное время экспозиции, с;

q — интенсивность теплового излучения, кВт/м².

t определяют:

1) для пожаров проливов ЛВЖ, ГЖ и твердых материалов

$$t = t_0 + x/v, (\text{Э.25})$$

где t_0 — характерное время обнаружения пожара, с (допускается принимать $t = 5$ с);

x — расстояние от места расположения человека до зоны (интенсивность теплового излучения не превышает 4 кВт/м²), м; v — скорость движения человека, м/с (допускается принимать $v = 5$ /с);

2) для воздействия «огненного шара» — в соответствии с приложением Д;

3) с помощью таблицы Э.2 определяют условную вероятность Q_{pi} поражения человека тепловым излучением.

Индивидуальный риск R , год⁻¹, определяют по формуле

$$R = \sum_{i=1}^n Q_{pi} Q(A_i), (\text{Э.26})$$

где Q_{pi} — условная вероятность поражения человека при реализации i -й ветви логической схемы;

$Q(A_i)$ — вероятность реализации в течение года i -й ветви логической схемы, год⁻¹;

n — число ветвей логической схемы.

Пример — Расчет индивидуального риска при выбросе пропана из шарового резервуара.

Данные для расчета

Резервуар расположен на территории резервуарного парка склада сжиженных газов и имеет объем 600 м³. (рис.1) Температура 20 °С. Плотность сжиженного пропана 530 кг/м³. Степень заполнения резервуара 80 % (по объему). Удельная теплота сгорания пропана $4,6 \cdot 10^7$ Дж/кг. Расстояние от резервуара до человека, для которого определяют индивидуальный риск, составляет 500 м.

Анализ статистики аварий показал, что вероятность выброса пропана из резервуара составляет $1 \cdot 10^{-3}$ год⁻¹.

Расчет

Выполним оценку вероятности развития аварии по таблице Э.1 и формуле (Э.21).

Вероятность сгорания паровоздушной смеси в открытом пространстве с образованием волны избыточного давления (A_9)

$$Q_{с.д} = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0119 = 1,19 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}.$$

Вероятность образования «огненного шара» (A_3):

$$Q_{о.ш} = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,7039 = 7,039 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}.$$

Вероятность воспламенения пролива (A5):

$$Q_{в.п} = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0287 = 2,87 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}.$$

Вероятности развития аварии в остальных случаях принимают равными 0.

Определяем значения поражающих факторов с помощью методов, приведенных в приложениях В, Д, Е.

Согласно расчетам, выполненным в контрольных примерах приложений Д, Е, избыточное давление Δp и импульс i волны давления, интенсивность теплового излучения от «огненного шара» $q_{о.ш}$ и время его существования t_s на расстоянии 500 м составляют

$$\Delta p = 16,2 \text{ кПа}, i = 1000 \text{ Па} \cdot \text{с}; q_{о.ш} = 12,9 \text{ кВт/м}^2, t_s = 40 \text{ с}.$$

В соответствии с приложением В значение интенсивности теплового излучения от пожара пролива пропана на расстоянии 500 м составляет $q_p = 0,7 \text{ кВт/м}^2$.

Для приведенных значений поражающих факторов по формулам (Э.22) и (Э.24) определяем значения «пробит» — функции Pr , которые соответственно составляют

$$P_{г}^{сд} = 4,83; P_{г}^{о.ш} = 3,28; P_{г}^n = 0$$

Для указанных значений «пробит» — функции по соответствующей таблице условная вероятность поражения человека поражающими факторами равна:

$$Q_{п}^{сд} = 4,43; Q_{п}^{о.ш} = 0,04; Q_{п}^n = 0$$

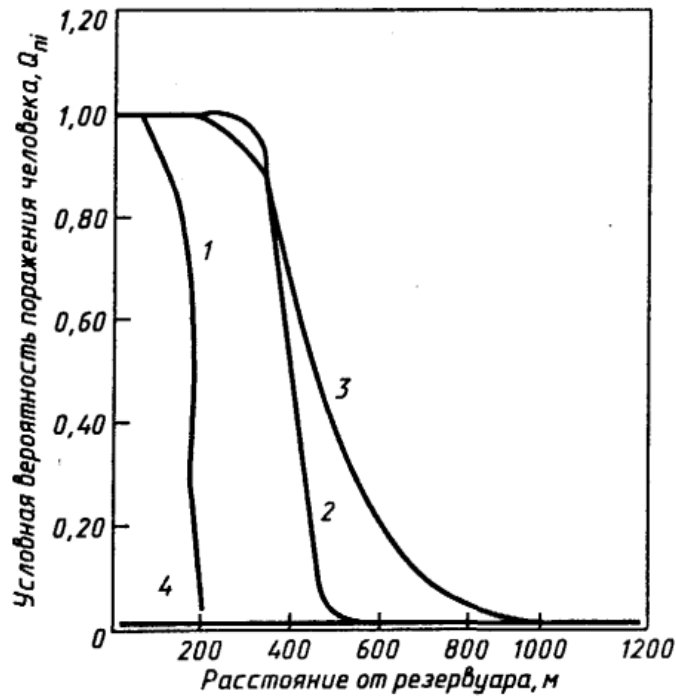
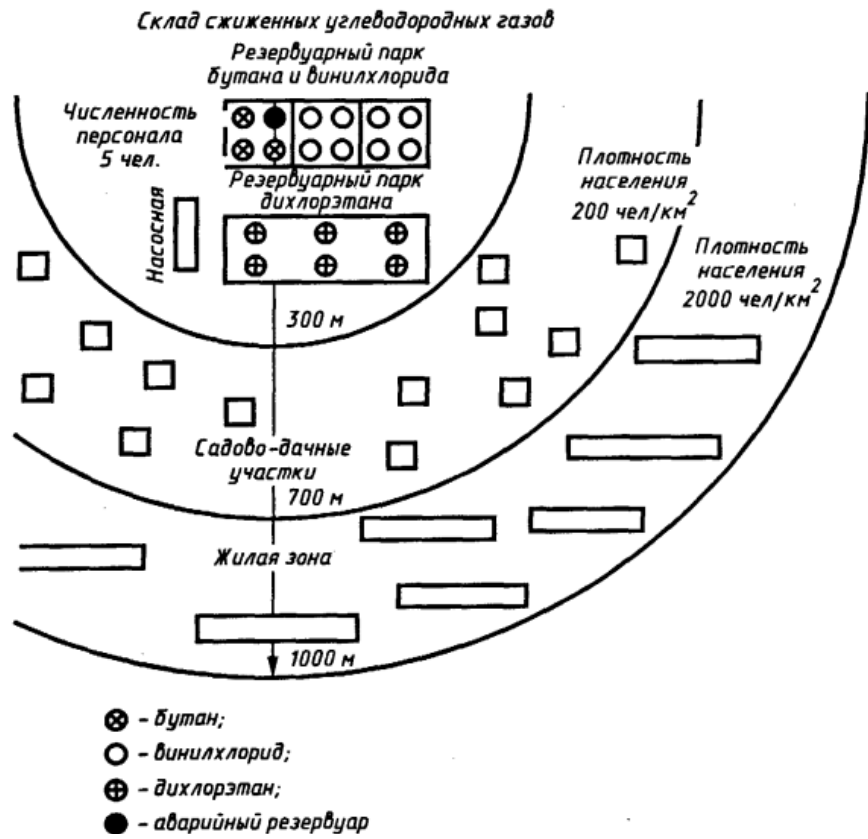
По формуле (Э.26) определяем индивидуальный риск:

$$R = 4,3 \cdot 10^{-1} \cdot 1,19 \cdot 10^{-5} + 4,0 \cdot 10^{-2} \cdot 7,039 \cdot 10^{-4} = 3,3 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}.$$

Наносим на карту зону, ограниченную этим уровнем риска, таким образом, представляем потенциальный территориальный риск.

Для большей точности расчета разделяем территорию зон Б и В на подзоны (с II по VIII), следующие одна за другой через каждые 100 м (рис. 2), и определяем число людей n_B , n_V , постоянно пребывающих в этих подзонах. С помощью графика (рис.2) определяем средние по подзонам I—VIII условные вероятности поражения человека ($Q_{с п.д}$, $Q_{о п.ш}$, $Q_{п п}$) и ожидаемое число погибших людей N_i при реализации соответствующих вариантов логической схемы (для подзоны I определение проводят по внешней границе зоны). На основании полученных результатов определяем социальный риск

$$S = 1,19 \cdot 10^{-5} + 7,039 \cdot 10^{-4} = 7,2 \cdot 10^{-4}$$



1 — пожар пролива; 2 — «огненный шар»; 3 — сгорание с развитием избыточного давления; 4 — пороговое значение $Q_{\pi i} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ год}^{-1}$

Пример использования программы в приложении ЕХЕЛ

1. Расчет выбросов загрязняющих веществ от стоянки легкового автотранспорта
Ввод данных

Расчет выбросов загрязняющих веществ от стоянки легкового автотранспорта

		Одновременность
Бензин, СНГ до 1994 г	До 1,2 л	<input type="checkbox"/>
	1,2-1,8 л	<input type="checkbox"/>
	1,8-3,5 л	<input type="checkbox"/>
	> 3,5 л	<input type="checkbox"/>
Бензин, улучшенные характеристики	До 1,2 л	<input type="checkbox"/>
	1,2-1,8 л	<input type="checkbox"/>
	1,8-3,5 л	<input type="checkbox"/>
	> 3,5 л	<input type="checkbox"/>
Дизель	До 1,2 л	<input type="checkbox"/>
	1,2-1,8 л	<input type="checkbox"/>
	1,8-3,5 л	<input type="checkbox"/>
	> 3,5 л	<input type="checkbox"/>

Суммарные выбросы

Загрязняющее вещество		Максимально разовый	Валовый выброс,
Наименование	Код	выброс, г/с	т/год
Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	301	0	0
Азот (II) оксид (Азота оксид)	304	0	0
Углерод (пигмент черный)	328	0	0
Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	330	0	0
Углерод оксид	337	0	0
Бензин (нефтяной, малосернистый)	2704	0	0
Керосин	2732	0	0

Пример расчета

Расчет выделений загрязняющих веществ выполнен в соответствии

Исходные данные для расчета:

Легковой автотранспорт, объем двигателя до 1,2 л, бензин, СНГ до 1994 г

Пробег автомобиля по территории стоянки при выезде: 0,1 км

Пробег автомобиля по территории стоянки при въезде: 0,1 км

Условия хранения
автомобилей: открытая отапливаемая стоянка

Выезд/въезд в течение суток 1 шт.

Выезд за 1 час 1 шт.

Въезд за 1 час 1 шт.

Экоконтроль: Да

Количество дней расчетного периода:

Теплый 153 дн/год

Переходный	91 дн/год
Холодный 1	62 дн/год
Холодный 2	59 дн/год

Время прогрева автомобилей, мин.:

Условия хранения автомобилей:	теплый	переходный	холодный 1	холодный 2
не отапливаемая стоянка	3	4	10	15
открытая отапливаемая стоянка	4	4	4	4
теплая закрытая стоянка	1,5	1,5	1,5	1,5

Результаты расчета приведены в таблице.

Таблица

Характеристика выделений загрязняющих веществ от автотранспорта

Загрязняющее вещество		Максимально разовый выброс, г/с	Валовый выброс, т/год
Код	Наименование		
301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,0000369	0,0000484
304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,0000060	0,0000079
330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0,0000162	0,0000202
337	Углерод оксид	0,0049972	0,0060063
2704	Бензин (нефтяной, малосернистый)	0,0005089	0,0006143

Ход расчета:

Азота диоксид

Теплый период:

$$M_1NO_2 = 0,016 \cdot 4 + 0,184 \cdot 0,1 + 0,016 \cdot 1 = 0,0984 \text{ г}$$

$$M_2NO_2 = 0,184 \cdot 0,1 + 0,016 \cdot 1 = 0,0344 \text{ г}$$

$$M_{т/год} = (0,0984 + 0,0344) \cdot 1 \cdot 153 / 1000000 = 0,0000203 \text{ т/год}$$

$$G_{г/сек} = (0,0984 \cdot 1 + 0,0344 \cdot 1) / 3600 = 0,0000369 \text{ г/с}$$

Переходный период:

$$M_1NO_2 = 0,016 \cdot 4 + 0,184 \cdot 0,1 + 0,016 \cdot 1 = 0,0984 \text{ г}$$

$$M_2NO_2 = 0,184 \cdot 0,1 + 0,016 \cdot 1 = 0,0344 \text{ г}$$

$$M_{т/год} = (0,0984 + 0,0344) \cdot 1 \cdot 91 / 1000000 = 0,0000121 \text{ т/год}$$

$$G_{г/сек} = (0,0984 \cdot 1 + 0,0344 \cdot 1) / 3600 = 0,0000369 \text{ г/с}$$

Холодный период 1:

$$M_1NO_2 = 0,016 \cdot 4 + 0,184 \cdot 0,1 + 0,016 \cdot 1 = 0,0984 \text{ г}$$

$$M_2NO_2 = 0,184 \cdot 0,1 + 0,016 \cdot 1 = 0,0344 \text{ г}$$

$$M_{т/год} = (0,0984 + 0,0344) \cdot 1 \cdot 62 / 1000000 = 0,0000082 \text{ т/год}$$

$$G_{г/сек} = (0,0984 \cdot 1 + 0,0344 \cdot 1) / 3600 = 0,0000369 \text{ г/с}$$

Холодный период 2:

$$M_1\text{NO}_2 = 0,016 \cdot 4 + 0,184 \cdot 0,1 + 0,016 \cdot 1 = 0,0984 \text{ г}$$

$$M_2\text{NO}_2 = 0,184 \cdot 0,1 + 0,016 \cdot 1 = 0,0344 \text{ г}$$

$$M_{\text{т/год}} = (0,0984 + 0,0344) \cdot 1 \cdot 59 / 1000000 = 0,0000078 \text{ т/год}$$

$$G_{\text{г/сек}} = (0,0984 \cdot 1 + 0,0344 \cdot 1) / 3600 = 0,0000369 \text{ г/с}$$

$$M = 0,0000203 + 0,0000121 + 0,0000082 + 0,0000078 = 0,0000484 \text{ т/год}$$

$$G = \max\{0,0000369; 0,0000369; 0,0000369; 0,0000369\} = 0,0000369 \text{ г/с}$$

Азота оксид

Теплый период:

$$M_1\text{NO}_2 = 0,0026 \cdot 4 + 0,0299 \cdot 0,1 + 0,0026 \cdot 1 = 0,0160 \text{ г}$$

$$M_2\text{NO}_2 = 0,0299 \cdot 0,1 + 0,0026 \cdot 1 = 0,0056 \text{ г}$$

$$M_{\text{т/год}} = (0,0160 + 0,0056) \cdot 1 \cdot 153 / 1000000 = 0,0000033 \text{ т/год}$$

$$G_{\text{г/сек}} = (0,0160 \cdot 1 + 0,0056 \cdot 1) / 3600 = 0,0000060 \text{ г/с}$$

Переходный период:

$$M_1\text{NO}_2 = 0,0026 \cdot 4 + 0,0299 \cdot 0,1 + 0,0026 \cdot 1 = 0,0160 \text{ г}$$

$$M_2\text{NO}_2 = 0,0299 \cdot 0,1 + 0,0026 \cdot 1 = 0,0056 \text{ г}$$

$$M_{\text{т/год}} = (0,0160 + 0,0056) \cdot 1 \cdot 91 / 1000000 = 0,0000020 \text{ т/год}$$

$$G_{\text{г/сек}} = (0,0160 \cdot 1 + 0,0056 \cdot 1) / 3600 = 0,0000060 \text{ г/с}$$

Холодный период 1:

$$M_1\text{NO}_2 = 0,0026 \cdot 4 + 0,0299 \cdot 0,1 + 0,0026 \cdot 1 = 0,0160 \text{ г}$$

$$M_2\text{NO}_2 = 0,0299 \cdot 0,1 + 0,0026 \cdot 1 = 0,0056 \text{ г}$$

$$M_{\text{т/год}} = (0,0160 + 0,0056) \cdot 1 \cdot 62 / 1000000 = 0,0000013 \text{ т/год}$$

$$G_{\text{г/сек}} = (0,0160 \cdot 1 + 0,0056 \cdot 1) / 3600 = 0,0000060 \text{ г/с}$$

Холодный период 2:

$$M_1\text{NO}_2 = 0,0026 \cdot 4 + 0,0299 \cdot 0,1 + 0,0026 \cdot 1 = 0,0160 \text{ г}$$

$$M_2\text{NO}_2 = 0,0299 \cdot 0,1 + 0,0026 \cdot 1 = 0,0056 \text{ г}$$

$$M_{\text{т/год}} = (0,0160 + 0,0056) \cdot 1 \cdot 59 / 1000000 = 0,0000013 \text{ т/год}$$

$$G_{\text{г/сек}} = (0,0160 \cdot 1 + 0,0056 \cdot 1) / 3600 = 0,0000060 \text{ г/с}$$

$$M = 0,0000033 + 0,0000020 + 0,0000013 + 0,0000013 = 0,0000079 \text{ т/год}$$

$$G = \max\{0,0000060; 0,0000060; 0,0000060; 0,0000060\} = 0,0000060 \text{ г/с}$$

Сера диоксид (Ангидрид сернистый)

Теплый период:

$$M_1\text{SO}_2 = 0,0076 \cdot 4 + 0,04 \cdot 0,1 + 0,0076 \cdot 1 = 0,0420 \text{ г}$$

$$M_2\text{SO}_2 = 0,04 \cdot 0,1 + 0,0076 \cdot 1 = 0,0116 \text{ г}$$

$$M_{\text{т/год}} = (0,0420 + 0,0116) \cdot 1 \cdot 153 / 1000000 = 0,0000082 \text{ т/год}$$

$$G_{\text{г/сек}} = (0,0420 \cdot 1 + 0,0116 \cdot 1) / 3600 = 0,0000149 \text{ г/с}$$

Переходный период:

$$M_1\text{SO}_2 = 0,007695 \cdot 4 + 0,045 \cdot 0,1 + 0,0076 \cdot 1 = 0,0429 \text{ г}$$

$$M_2\text{SO}_2 = 0,04 \cdot 0,1 + 0,0076 \cdot 1 = 0,0116 \text{ г}$$

$$M_{\text{т/год}} = (0,0429 + 0,0116) \cdot 1 \cdot 91 / 1000000 = 0,0000050 \text{ т/год}$$

$$G_{\text{г/сек}} = (0,0429 \cdot 1 + 0,0116 \cdot 1) / 3600 = 0,0000151 \text{ г/с}$$

Холодный период 1:

$$M_1\text{SO}_2 = 0,00855 \cdot 4 + 0,05 \cdot 0,1 + 0,0076 \cdot 1 = 0,0468 \text{ г}$$

$$M_2\text{SO}_2 = 0,04 \cdot 0,1 + 0,0076 \cdot 1 = 0,0116 \text{ г}$$

$$M_{\text{т/год}} = (0,0468 + 0,0116) \cdot 1 \cdot 62 / 1000000 = 0,0000036 \text{ т/год}$$

$$G_{\text{г/сек}} = (0,0468 \cdot 1 + 0,0116 \cdot 1) / 3600 = 0,0000162 \text{ г/с}$$

Холодный период 2:

$$M_1\text{SO}_2 = 0,00855 \cdot 4 + 0,05 \cdot 0,1 + 0,0076 \cdot 1 = 0,0468 \text{ г}$$

$$M_2\text{SO}_2 = 0,04 \cdot 0,1 + 0,0076 \cdot 1 = 0,0116 \text{ г}$$

$$M_{\text{т/год}} = (0,0468 + 0,0116) \cdot 1 \cdot 59 / 1000000 = 0,0000034 \text{ т/год}$$

$$G_{\text{г/сек}} = (0,0468 \cdot 1 + 0,0116 \cdot 1) / 3600 = 0,0000162 \text{ г/с}$$

$$M = 0,0000082 + 0,0000050 + 0,0000036 + 0,0000034 = 0,0000202 \text{ т/год}$$

$$G = \max\{0,0000149; 0,0000151; 0,0000162; 0,0000162\} = 0,0000162 \text{ г/с}$$

Углерод оксид

Теплый период:

$$M_1\text{CO} = 2,08 \cdot 4 + 13,8 \cdot 0,1 + 2 \cdot 1 = 11,7000 \text{ г}$$

$$M_2\text{CO} = 13,8 \cdot 0,1 + 2 \cdot 1 = 3,3800 \text{ г}$$

$$M_{\text{т/год}} = (11,7000 + 3,3800) \cdot 1 \cdot 153 / 1000000 = 0,0023072 \text{ т/год}$$

$$G_{\text{г/сек}} = (11,7000 \cdot 1 + 3,3800 \cdot 1) / 3600 = 0,0041889 \text{ г/с}$$

Переходный период:

$$M_1\text{CO} = 2,448 \cdot 4 + 15,57 \cdot 0,1 + 2 \cdot 1 = 13,3490 \text{ г}$$

$$M_2\text{CO} = 13,8 \cdot 0,1 + 2 \cdot 1 = 3,3800 \text{ г}$$

$$M_{\text{т/год}} = (13,3490 + 3,3800) \cdot 1 \cdot 91 / 1000000 = 0,0015223 \text{ т/год}$$

$$G_{\text{г/сек}} = (13,3490 \cdot 1 + 3,3800 \cdot 1) / 3600 = 0,0046469 \text{ г/с}$$

Холодный период 1:

$$M_1\text{CO} = 2,72 \cdot 4 + 17,3 \cdot 0,1 + 2 \cdot 1 = 14,6100 \text{ г}$$

$$M_2\text{CO} = 13,8 \cdot 0,1 + 2 \cdot 1 = 3,3800 \text{ г}$$

$$M_{\text{т/год}} = (14,6100 + 3,3800) \cdot 1 \cdot 62 / 1000000 = 0,0011154 \text{ т/год}$$

$$G_{\text{г/сек}} = (14,6100 \cdot 1 + 3,3800 \cdot 1) / 3600 = 0,0049972 \text{ г/с}$$

Холодный период 2:

$$M_1CO = 2,72 \cdot 4 + 17,3 \cdot 0,1 + 2 \cdot 1 = 14,6100 \text{ г}$$

$$M_2CO = 13,8 \cdot 0,1 + 2 \cdot 1 = 3,3800 \text{ г}$$

$$M_{\tau/\text{год}} = (14,6100 + 3,3800) \cdot 1 \cdot 59 / 1000000 = 0,0010614 \text{ т/год}$$

$$G_{\text{г/сек}} = (14,6100 \cdot 1 + 3,3800 \cdot 1) / 3600 = 0,0049972 \text{ г/с}$$

$$M = 0,0023072 + 0,0015223 + 0,0011154 + 0,0010614 = 0,0060063 \text{ т/год}$$

$$G = \max\{0,0041889; 0,0046469; 0,0049972; 0,0049972\} = 0,0049972 \text{ г/с}$$

Бензин (нефтяной, малосернистый)

Теплый период:

$$M_1CH = 0,234 \cdot 4 + 1,3 \cdot 0,1 + 0,18 \cdot 1 = 1,2460 \text{ г}$$

$$M_2CH = 1,3 \cdot 0,1 + 0,18 \cdot 1 = 0,3100 \text{ г}$$

$$M_{\tau/\text{год}} = (1,2460 + 0,3100) \cdot 1 \cdot 153 / 1000000 = 0,0002381 \text{ т/год}$$

$$G_{\text{г/сек}} = (1,2460 \cdot 1 + 0,3100 \cdot 1) / 3600 = 0,0004322 \text{ г/с}$$

Переходный период:

$$M_1CH = 0,2592 \cdot 4 + 1,71 \cdot 0,1 + 0,18 \cdot 1 = 1,3878 \text{ г}$$

$$M_2CH = 1,3 \cdot 0,1 + 0,18 \cdot 1 = 0,3100 \text{ г}$$

$$M_{\tau/\text{год}} = (1,3878 + 0,3100) \cdot 1 \cdot 91 / 1000000 = 0,0001545 \text{ т/год}$$

$$G_{\text{г/сек}} = (1,3878 \cdot 1 + 0,3100 \cdot 1) / 3600 = 0,0004716 \text{ г/с}$$

Холодный период 1:

$$M_1CH = 0,288 \cdot 4 + 1,9 \cdot 0,1 + 0,18 \cdot 1 = 1,5220 \text{ г}$$

$$M_2CH = 1,3 \cdot 0,1 + 0,18 \cdot 1 = 0,3100 \text{ г}$$

$$M_{\tau/\text{год}} = (1,5220 + 0,3100) \cdot 1 \cdot 62 / 1000000 = 0,0001136 \text{ т/год}$$

$$G_{\text{г/сек}} = (1,5220 \cdot 1 + 0,3100 \cdot 1) / 3600 = 0,0005089 \text{ г/с}$$

Холодный период 2:

$$M_1CH = 0,288 \cdot 4 + 1,9 \cdot 0,1 + 0,18 \cdot 1 = 1,5220 \text{ г}$$

$$M_2CH = 1,3 \cdot 0,1 + 0,18 \cdot 1 = 0,3100 \text{ г}$$

$$M_{\tau/\text{год}} = (1,5220 + 0,3100) \cdot 1 \cdot 59 / 1000000 = 0,0001081 \text{ т/год}$$

$$G_{\text{г/сек}} = (1,5220 \cdot 1 + 0,3100 \cdot 1) / 3600 = 0,0005089 \text{ г/с}$$

$$M = 0,0002381 + 0,0001545 + 0,0001136 + 0,0001081 = 0,0006143 \text{ т/год}$$

$$G = \max\{0,0004322; 0,0004716; 0,0005089; 0,0005089\} = 0,0005089 \text{ г/с}$$