

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Оценка экологических рисков чрезвычайных ситуаций на примере ЗАТО г. Зеленогорска Красноярского края

УДК: 504.064-047.43:614.876:621.039.58

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З – 1Е41	Рубцова Ирина Владимировна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ларионова Е.В.	к.х.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора И.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гуляев М.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ларионова Е.В.	к.х.н.		

Результаты освоения образовательной программы по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки		
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, 2, ОПК-2). CDIO Syllabus (2.4, 4.1, 4.2.7, 4.7). Критерий 5 АИОР (п. 2.12)
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-1). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.5)
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6, 7, ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-8). CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 3.1, 3.3, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 2.9, 2.12, 2.14)
P4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ОПК-4). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.11)
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-1, ПК-5). CDIO Syllabus (1.1, 2.1). Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8)
Профиль		
P6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ОПК-5, ПК-5, ПК-6, ПК-7). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2, 2.4, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8), требованиями проф.стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
P7	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ОПК-3, 4, 5). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5, 3.1) Критерий 5 АИОР (п. 2.6, 2.12), требованиями проф.стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
P8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-16, ПК-17). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8), требованиями проф.стандартов 40.056 «Специалист по противопожарной профилактике», 40.054 «Специалист в области охраны труда»
P9	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-14, ПК-15, ПК-17, ПК-18). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Е.В. Ларионова
01.04.2019 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
З – 1Е41	Рубцовой Ирине Владимировне

Тема работы:

Оценка экологических рисков чрезвычайных ситуаций на примере ЗАТО г. Зеленогорска Красноярского края	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 24.01.2019 г № 411/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2019 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Характеристика производства фтористого водорода на АО «ПО «ЭХЗ», климато-географическая характеристика г. Зеленогорска.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов,</i>	1. Литературный обзор. 2. Объект исследования. 3. Расчет зоны поражения при аварии на ОА «ПО «ЭХЗ» с выбросом фтористого водорода. 4. Расчет рассеивания фтористого водорода при аварии на АО «ПО «ЭХЗ». 5. Оценка риска для здоровья населения. 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения.

<i>подлежащих разработке; заключение по работе).</i>		7. Социальная ответственность	
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>			
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>			
Раздел		Консультант	
Финансовый менеджмент		Подопригора Игнат Валерьевич	
Социальная ответственность		Гуляев Милий Всеволодович	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:			

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.04.2019 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ларионова Е.В.	к.х.н		01.04.2019 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3 – 1Е41	Рубцова Ирина Владимировна		01.04.2019 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Уровень образования бакалавриат
Отделение контроля и диагностики
Период выполнения весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2019 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.04.2019 г.	Определение темы ВКР и получение задания.	20
15.04.2019 г.	Сбор и изучение литературных источников по выбранной теме	10
29.04.2019 г.	Определение методики исследования. Проведение расчетов	25
06.05.2019 г.	Анализ и обработка полученных результатов	15
13.05.2019 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
20.05.2019 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ларионова Е.В.	к.х.н.		01.04.2019

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ларионова Е.В.	к.х.н.		01.04.2019

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
З-1Е41	Рубцовой Ирине Владимировне

Школа	ИШНКБ	Отделение школы(НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	- Оклад руководителя - 17000 руб. - Оклад студента - 7000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- Премияльный коэффициент руководителя 30%; - Доплаты и надбавки руководителя 30%; - Дополнительной заработной платы 15%; - Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 28%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на НИ: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисление на социальные цели; - накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовый, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.	

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Карта сегментирования рынка услуг по разработке
2. Оценка конкурентоспособности технических решений;

3. Матрица SWOT;
4. График проведения, и бюджет НИ;
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Подопригора Игнат Валерьевич	к.э.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E41	Рубцова Ирина Владимировна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1E41	Рубцовой Ирине Владимировне

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Объектом исследования является оценка риска угрозы здоровья населению ЗАТО г. Зеленогорска при возникновении чрезвычайных ситуаций на опасных производственных объектах города. Рабочее место инженера-эколога отдела промышленной экологии на предприятии по производству фтористого водорода.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность.	– проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы производственной среды на рабочем месте инженера-эколога; – разработать мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов; – неудовлетворительные электромагнитные излучения; – неудовлетворительное освещение; – повышенный шум; – неудовлетворительный микроклимат на рабочем месте; – электроопасность.
3. Экологическая безопасность:	Анализ воздействия объекта: на литосферу (отходы, утилизация компьютерной техники). Решение по обеспечению экологической безопасности.

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – Разработка действий в результате возникновения ЧС и мер по ликвидации её последствий. – Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Е41	Рубцова Ирина Владимировна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 80 с., 3 рис., 23 табл., 38 источников.

Ключевые слова: оценка риска, чрезвычайные ситуации, аварийный выброс фтористого водорода, разрушение установки, зона поражения, рассеивание фтористого водорода.

Объектом исследования является авария на АО «ПО «ЭХЗ» с выбросом фтористого водорода.

Цель работы – оценить риск здоровью населения г. Зеленогорска Красноярского края при возникновении чрезвычайной ситуации на АО «ПО «ЭХЗ».

В данной работе проводили оценку риска здоровью населению г. Зеленогорска при наиболее опасном сценарии аварии на АО «ПО «ЭХЗ» с выбросом фтористого водорода 1400 г/с. В работе показано, что концентрация фтористого водорода в г. Зеленогорске будет достигать значение $2,8 \text{ мг/м}^3$. Данная концентрация превышает ПДК_{м.р.} и референтное значение концентрации фтористого водорода при острых ингаляционных воздействиях. В зону риска при заданной аварии на территории г. Зеленогорска при повышенных порывах ветра с западного направления в первую очередь попадает 21 микрорайон, число пострадавших в данном микрорайоне может достигать до 500 человек. В этом случае зона поражения будет намного превышать рассчитанную по методике.

Результаты работы будут использованы при оценке риска здоровью населения при острых ингаляционных воздействиях для прогнозирования чрезвычайных ситуаций при производстве, хранении и/или транспортировке фтористого водорода и других опасных веществ.

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».

Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

СанПиН 1.2.2353 – 08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности».

РД-03-26-2007 «Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ».

РД 03 – 03 – 409 – 01 «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей», утв. Постановлением Госгортехнадзора России от 26.06.01 № 25.

ГОСТ Р 12.3.047 – 2012 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля».

ОНД от 04.08.1986 № ОНД – 86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий».

Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 06.06.2017 № 273 «Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе».

ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях.

СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.

СН 2.2.4/2.1.8.562–96, Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

ГОСТ Р 12.1.004–91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	15
1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	17
1.1. Оценка риска здоровью населения. Основные положения.....	17
1.2 Оценка риска здоровью человека при возникновении чрезвычайных ситуаций	19
1.3 Применение информационных технологий для оценки риска здоровью человека	21
2. Объект исследования	25
2.1 Описание предприятия	25
2.2 Социально-гигиенический мониторинг	26
2.3 Сценарий развития чрезвычайной ситуации при производстве фтористого водорода на АО «ПО «ЭХЗ»	28
2.4 Постановка ситуации	29
3. Расчет зоны поражения при аварии на АО «ПО «ЭХЗ» с выбросом фтористого водорода.....	31
3.1 Идентификация кода опасного объекта.....	31
3.2 Определение класса воздействия опасного объекта.....	31
3.3 Определение параметров зоны поражения.....	31
3.4 Определение числа людей, попавших в зону поражения	32
3.5 Определение количества пострадавших.....	33
4. Расчет рассеивания фтористого водорода при аварии на АО «ПО «ЭХЗ».	34
4.1 Расчёт рассеивания приземной концентрации фтористого водорода в атмосферном воздухе при аварии на АО «ПО «ЭХЗ».....	37
5. Оценка риска для здоровья населения	40
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	42
6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований.....	42
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	42
6.1.2 Анализ конкурентных технических решений	43
6.1.3 SWOT-анализ.....	44
6.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	45
6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	45
6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	46

6.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	49
6.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	53
6.3.1 Расчет материальных затрат НТИ	53
6.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ	53
6.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	54
6.3.4 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала	56
6.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	57
6.3.6 Накладные расходы.....	57
6.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	58
7. Социальная ответственность.....	59
7.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	59
7.1.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	59
7.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	60
7.2. Производственная безопасность.....	60
7.2.1. Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.....	60
7.2.2. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов.....	61
7.3. Экологическая безопасность.....	67
7.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	68
7.3.2. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	69
7.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	69
7.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС.....	70
7.4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при исследовании и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС.....	71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	74
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	76

ВВЕДЕНИЕ

На территории Российской Федерации работает более 2,5 тысяч химических объектов. За последние десятилетия увеличился рост чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах, сопровождающихся влиянием на работающих и население различных токсических химических соединений. В зонах возможного воздействия поражающих факторов при авариях на данных объектах проживает более 90 млн. жителей Российской Федерации.

Представляет интерес оценить экологический риск здоровью населения г. Зеленогорска Красноярского края при возникновении аварийного выброса фтористого водорода на АО «ПО ЭХЗ».

На территории и в отдаленном расположении от г. Зеленогорска действует шесть потенциально опасных производственных объектов, оказывающих наибольшую опасность для здоровья и жизни населения, а также окружающей среде, включая АО «ПО ЭХЗ», на территории которого расположены объекты, представляющие радиационную и химическую опасность.

АО «ПО ЭХЗ» располагается в северо-западном направлении от города Зеленогорска на берегу реки Кан, на расстоянии 2,5 км от жилой зоны. При возникновении аварийного выброса химических веществ в зоне заражения может оказаться территория города Зеленогорска.

Целью выпускной квалифицированной работы является оценка риска здоровью населения г. Зеленогорска Красноярского края при возникновении чрезвычайной ситуации на АО «ПО ЭХЗ».

Для достижения цели были поставлены следующие *задачи*:

- определить наиболее опасный сценарий развития чрезвычайной ситуации при производстве, хранении и/или транспортировке фтористого водорода;

- оценить зону поражения при аварийном выбросе фтористого водорода на АО «ПО «ЭХЗ»;
- рассчитать рассеивание фтористого водорода при аварийном выбросе на АО «ПО «ЭХЗ»;
- сравнить рассчитанные значения концентраций фтористого водорода с референтными значениями в соответствии с нормативными документами.

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1. Оценка риска здоровью населения. Основные положения

Оценка риска здоровью населения во всем мире и большинстве международных организациях является главным механизмом для множества решений на различных граничных уровнях и уровнях каждого индивидуального производства связанных с множественными источниками загрязняющими окружающую среду.

С появлением различных факторов отрицательно влияющих на здоровье населения перед государственными служащими встала задача о сохранении здоровья населению путем привития человечеству мотивации к здоровому образу жизни, этим самым увеличится продолжительность жизни и понизится уровень смертности [1–5].

Внедрение в практику надзорных органов по защите прав потребителей и благополучия человека, а также методологии обеспечивающей управление анализом рисков для здоровья населения, связанных с неблагоприятным воздействием различных факторов среды обитания.

Методология по оценке риска здоровью применяется в зарубежных странах, странах Европейского содружества и других государствах с одной целью, при которой обеспечивается благополучная среда обитания для здоровья человека. А именно, качественная продукция, производственные технологические процессы с соблюдением санитарных норм, правил, законодательной и другой нормативной документации.

Оценка риска здоровью населения нашла свое применение в гигиенической и законодательной практике:

- Федеральный закон [6] направлен на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения и предусматривает применение санитарных правил, которые основаны на принципе безопасности для здоровья населения;
- санитарное законодательство для источников негативного воздействия на среду обитания и здоровье человека распространяется на все

строящиеся, реконструируемые, проектируемые и т.д. организации и предприятия у которых уровни загрязнения за пределами объектов превышают 0,1 ПДК/ПДУ. Для этих объектов обязательно выполнять оценку риска при проектировании санитарно-защитной зоны [7];

➤ оценка риска при воздействии различных опасностей химической природы на здоровье населения приведена в [8].

Методология анализа риска здоровью является одним из наиболее развивающихся научных инструментов. Фундаментальные и прикладные научные исследования выполняются в отношении всех этапов анализа риска: идентификации опасности, оценки экспозиции, оценки зависимостей «доза–эффект», характеристики риска, оценки неопределенности, управления и информирования о рисках.

За последние десятилетия методология оценки риска в России прошла путь от упрощенной методической схемы, предусматривающей изолированную оценку воздействия фактора (на первых этапах в основном химического), поступающего из одной среды, до оценки рисков негативных эффектов различной тяжести в результате одновременного воздействия на человека группы факторов различной природы. В качестве основной тенденции развития методологии оценки риска можно выделить стремление наиболее полно приблизить ее к характеристике реального влияния факторов среды обитания в условиях воздействия различных комплексов факторов, при различных сценариях экспозиции. Все большее значение приобретают методы математического моделирования, которые в настоящее время используются не только при расчете экспозиции или при установлении зависимостей «экспозиция–эффект/ответ», но и при динамической оценке риска здоровью, основанной на оценке механизмов эволюции рисков.

Целесообразно, чтобы развитие методологии оценки риска сопровождалось формированием соответствующей законодательной и нормативно-правовой базы оценки и управления риском.

Законодательное, методическое и информационное развитие методологии анализа рисков здоровью в стране и применение ее в деятельности Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека позволит повысить эффективность мер в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, способствовать установлению более надежных гигиенических нормативов и безопасных уровней вредных факторов и направленно обосновывать меры профилактики нарушений здоровья, что позволит в полной мере выполнить задачи Роспотребнадзора по реализации государственной политики по сохранению здоровья нации и повышению качества жизни населения страны [9].

1.2 Оценка риска здоровью человека при возникновении чрезвычайных ситуаций

В соответствии с федеральным законом [10] под чрезвычайной ситуацией техногенного и природного характера понимается обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате опасного природного явления, катастрофы, аварии, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или уже повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности людей.

Большинство авторов, научных исследователей в своих работах при оценке рисков применяют методику Р 2.1.10.1920-04 [8].

В работе Н.Ю. Луговцовой, С.С. Тимофеевой рассматривалась оценка риска угрозы здоровью населения при ингаляционном воздействии вредных веществ, оценка проводилась по методике [8]. Авторы проанализировали материалы по выбросам загрязняющих веществ за десятилетний период и рассчитали средние значения показателей с помощью расчета коэффициента опасности. В результате расчетов было определено, что значения индекса опасности превышают допустимый уровень, что способствует риску угрозы здоровью населения при ингаляционном воздействии вредных веществ не канцерогенного действия [11].

Разработка Н.В. Жарчинским метода определения зонального распределения санитарно-эпидемиологического риска для здоровья населения при химическом воздействии загрязняющих веществ применялась по методике [8]. В оценке ингаляционного воздействия вредных веществ для здоровья использовалась модель зонального распределения опасных загрязнителей. В ходе исследований была определена проблема заболеваемости детей школьного возраста бронхиальной астмой и астмоподобных симптомов. Выявлена причинно-следственная связь между загрязнением окружающей среды и нарушением здоровья населения [12].

Ингаляционные риски здоровью населения в зоне воздействия опасного производства исследовали С.В. Иванова и И.А. Рябчикова, помимо методики [8] они использовали санитарно-гигиенические нормативы. В ходе работы были рассчитаны индивидуальные ингаляционные риски для населения проживающего в зоне влияния опасного производства и определены преобладающие источники риска (вещества). Полученные результаты можно было оценивать в качестве индикатора проблем здоровья населению. Предложено было заложить их в основу профилактических мероприятий для снижения заболеваемости органов дыхания, иммунной системы и органов зрения у населения [13].

В статье [14] перед авторами стояла цель оценить канцерогенный риск для населения при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух. В ходе исследования были использованы материалы социально-гигиенического мониторинга и нормативные документы [8, 15, 16]. Они задались проблемным вопросом, в котором происходит существенное расхождение между полученными величинами канцерогенного риска и результатами исследований, концентрации которых не превышали гигиенических нормативов. Эти расхождения объяснили тем, что существует дисгармония системы оценки качества атмосферного воздуха и методологии оценки риска, что требует дальнейшего усовершенствования законодательной и методической базы. Полученные в ходе исследования результаты выявили

неприемлемые уровни канцерогенного риска для населения при отсутствии превышений гигиенических нормативов, что говорит о недостаточной объективности использования существующей системы контроля качества и оценки качества атмосферного воздуха.

По окончании исследования определили, что усовершенствование методологии оценки риска с применением биомониторинга позволит более качественно определять влияние канцерогенного фактора на среду обитания человека и принимать эффективные управленческие решения [14].

Подход для оценки экологического риска для здоровья населения при не канцерогенных и канцерогенных воздействиях приведен в статье Г.Д. Коваленко, А.В. Хабаровой (Пивень) [17]. В работе предлагается подход к комплексной оценке экологического риска для здоровья населения.

В работе предлагается использование метода комплексной оценки экологического риска. Предложенный метод позволил оценить экологический риск, обусловленный химическими канцерогенными и не канцерогенными выбросами для населения, длительно проживающего в районах размещения и эксплуатации опасного производственного объекта [17].

1.3 Применение информационных технологий для оценки риска здоровью человека

В настоящее время существует большое количество разнообразных прикладных программ, которые реализуют на ЭВМ различные математические модели.

Разработанный программный комплекс по расчету последствий аварий ТОКСИ+ версии 3.3, позволяет оценить зоны воздействия основных поражающих факторов при авариях с участием опасных веществ (ОВ).

В ноябре 2011 года программный комплекс ТОКСИ+ включен в фонд алгоритмов, программ и баз данных Государственной противопожарной службы МЧС России, ведение которого осуществляет ВНИИПО.

В данном комплексе используются следующие методики:

➤ Алгоритм оценки последствий аварий, приведенный в Методических указаниях [18], основан на модели «тяжелого газа» и позволяет рассчитывать:

- количество поступивших в атмосферу ОВ при различных сценариях аварии;
- пространственно-временное поле концентраций ОВ в атмосфере;
- размеры зон химического заражения, соответствующие различной степени поражения людей, определяемой по ингаляционной токсодозе, в том числе с учетом времени накопления токсодозы (с учетом пробит-функции);
- размеры зон дрейфа пожаровзрывоопасных облаков, в пределах которых сохраняется способность к воспламенению, и размеры зон распространения пламени (пожара-вспышки) или детонации, появления горячих продуктов;
- количество ОВ в облаке, ограниченном концентрационными пределами воспламенения.

➤ Методика оценки последствий химических аварий (Токси. Редакция 2.2, 2001г.) [19] предназначена для расчета последствий выброса «легких газов» и позволяет определить количество ОВ, поступившего в атмосферу в результате аварии, пространственно-временное распределение ОВ в атмосфере и зоны поражения людей при аварийных выбросах опасных химических веществ.

➤ Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей [20]. Методика позволяет провести оценку различных параметров воздушных ударных волн и определить степени поражения людей и повреждения зданий при авариях со взрывами топливно-воздушных смесей (ТВС).

- Методика [21] позволяет провести оценку зон действия опасных факторов;
- Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий [22].

Новый программный комплекс ТОКСИ+Risk предназначен для количественной оценки риска, включая пожарный риск по Методике определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах, утвержденной Приказом МЧС от 19 июля 2009 г. №404.

ТОКСИ+Risk позволит проводить расчеты не только зон поражения по всем методикам, входящим в комплекс ТОКСИ+ версии 3.3, но и рассчитывать показатели риска, в том числе индивидуальный, потенциальный, коллективный, социальный риски (F/N кривые).

Особенностью ТОКСИ+Risk является возможность осуществлять ввод:

- расположения и характеристик оборудования, а также объектов, подверженных риску (люди, здания и сооружения, дороги), с привязкой к карте;
- вспомогательных данных (метеоданные, экология и т.д.).

Помимо вышеперечисленных программных комплексов при расчете приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере используют программу УПРЗА «Эколог».

Унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА) «Эколог» (версия 4.50) реализует положения документа [23], а также [22].

В зависимости от выбранного расчетного модуля, можно по данным об источниках выброса веществ и условиях местности рассчитать максимально возможные разовые (осредненные за 20 - 30 минутный интервал) концентрации веществ в приземном слое, осредненные за длительный период концентрации веществ, рассчитать риск по проведенным расчетам рассеивания; при помощи блока «Норма» получить предложения по снижению выбросов ИЗА.

Разработанный программный комплекс Н.А. Кудряшовой и С.А. Фоменко для исследования канцерогенных свойств химических веществ, оценки риска здоровью людей и принятия решений в случае возникновения чрезвычайных ситуаций по методам оценки риска здоровью людей при аварийных и штатных ситуациях на химически опасных производствах позволяет прогнозировать риск заболевания персонала и населения, а также исследовать механизм заболевания.

Комплекс состоит из двух подсистем: исследование канцерогенных свойств химических веществ; оценка риска здоровьем людей при аварийных и штатных ситуациях.

Таким образом, разработанная система предоставляет набор средств для исследования механизмов и оценки риска заболевания людей, позволяет контролировать экологическую ситуацию и заблаговременно обнаруживать неблагоприятные воздействия токсических веществ, проводить оценку эффективности предпринятых мер по снижению опасности для здоровья людей, помогает определить приоритет экологической политики, разработать механизм и стратегию действия [24].

2. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Описание предприятия

Акционерное общество «Производственное объединение «Электрохимический завод» (АО «ПО «ЭХЗ») располагается в северо-западном направлении от г. Зеленогорска, на расстоянии 2,5 км от жилой зоны.

АО «ПО «ЭХЗ»:

- производит обогащенный уран для реакторов АЭС и исследовательских реакторов;
- выпускает стабильные и радиоактивные изотопы различных химических элементов;
- хранит и перерабатывает обедненный гексафторид урана с получением фтористоводородной кислоты и безводного фтористого водорода.

На предприятии имеется действующая установка «W», на которой производится обесфторивание обедненного гексафторида урана.

Уникальная для российской атомной отрасли установка «W – ЭХЗ» предназначена для перевода потенциально опасного гексафторида урана в устойчивую химическую форму – закись-окись урана (вещество, близкое к природному состоянию урановых руд, пригодное для безопасного длительного хранения) с получением товарных продуктов: фтористоводородной кислоты и безводного фтористого водорода. Установка «W» позволяет также сокращать производственные площади, занятые контейнерами с агрессивной формой соединений урана.

На предприятии атомной промышленности имеется участок ректификации 70 %-ной фтористоводородной кислоты с целью получения товарных продуктов: безводного фтористого водорода и 40 %-ной фтористоводородной кислоты.

Полученные фтористоводородная кислота и безводный фтористый водород могут использоваться в разных отраслях промышленности, в том числе

и атомной. Для транспортировки их потребителям в цехе оборудован узел для заполнения железнодорожных цистерн.

2.2 Социально-гигиенический мониторинг

В ходе работы были изучены и использованы материалы ФГБУЗ «ЦГиЭ № 42» ФМБА России по социально-гигиеническому мониторингу атмосферного воздуха.

Санитарно-гигиеническая оценка содержания фтористого водорода в атмосферном воздухе проводилась согласно общепринятой в санитарно-гигиенической практике информации, изложенной в НД регламентирующий параметры, характеристики, показатели:

- ГН 2.1.6.1338 – 03 [25].

НД на методы испытаний, исследований, измерений:

- РД 52.04.186 – 89 [26];
- РД 52.04.797 – 2014 [27].

В таблице 2.1 представлены результаты средних значений фтористого водорода в приземном слое атмосферного воздуха за 2014–2018г.г.

Таблица 2.1 – Средние значения фтористого водорода в приземном слое атмосферного воздуха 2014-2018г.г.

год	Место контроля	Расстояние от источника загрязнения	Количество проб	Приземный слой атмосферного воздуха	ПДК _{м.р.}
				Концентрация HF, мг/м ³	
2014	Жилая зона: Кафе «Дискавери»	2500 м	3	0,006	0,02
2015	Жилая зона: Кафе «Дискавери»	2500 м	47	0,007	0,02
2016	Жилая зона: Кафе «Дискавери»	2500 м	12	0,018	0,02
	Жилая зона: «Стелла» (ул. Набережная)	3200 м	4	0,007	0,02
	Жилая зона: р. Кан (р-н бывшего детского пляжа)	3300 м	8	0,021	0,02
2017	Жилая зона: Кафе «Дискавери»	2500 м	23	0,002	0,02
	Жилая зона: «Стелла» (ул. Набережная)	3200 м	23	0,003	0,02
	Жилая зона: п. Октябрьский	10100 м	23	0,002	0,02
2018	Жилая зона: Кафе «Дискавери»	2500 м	36	0,005	0,02

Как видно из таблицы 2.1, содержание вредных химических веществ в атмосферном воздухе (фтористый водород) в пробах, отобранных в разных районах города:

2014 г: Превышений ПДК в жилой зоне кафе «Дискавери» не зарегистрировано.

2015 г: Зарегистрированы два превышения ПДК измеренных значений в жилой зоне кафе «Дискавери» (май – **0,028**, сентябрь – **0,13**).

2016 г: Зарегистрированы превышения ПДК измеренных значений в жилой зоне:

- кафе «Дискавери» пять превышений ПДК (февраль – **0,023**, март – **0,028**, март – **0,030**, апрель – **0,025**, июнь – **0,065**);
- р. Кан (район бывшего детского пляжа) четыре превышения ПДК (март – **0,027**, март – **0,021**, апрель – **0,027**, июнь – **0,067**).

2017 г: Превышений ПДК в жилых зонах кафе «Дискавери», «Стелла» (ул. Набережная), п. Октябрьский не зарегистрировано.

2018 г: Превышений ПДК в жилой зоне кафе «Дискавери» не зарегистрировано.

Таким образом, за последние 5 лет выявлено превышение ПДК_{м.р.} в районах кафе «Дискавери» и р. Кан. Это указывает на то, что в процессе работы предприятия возникают аварийные ситуации с выбросом фтористого водорода в атмосферу.

Представляет интерес оценить риск для здоровья населения г. Зеленогорска при возникновении чрезвычайных ситуаций на предприятии по производству фтористого водорода.

2.3 Сценарий развития чрезвычайной ситуации при производстве фтористого водорода на АО «ПО «ЭХЗ»

В работе В.П. Шестакова, В.В. Меньшикова, А.А. Швыряева [28] приводятся наиболее опасные сценарии аварии на предприятии по производству фтористого водорода:

- разрушение или появление значительных повреждений реакционной печи, газоходов, технологических трубопроводов с раствором фтористого водорода;
- разрушение колонн конденсации и абсорбции;
- разгерметизация емкостей для хранения фтористого водорода;
- разгерметизация железнодорожных цистерн при отгрузке и маневрировании.

В таблице 2.2 представлена частота основных отказов на установке по производству плавиковой кислоты [28].

Таблица 2.2 – Частота основных отказов на установке по производству плавиковой кислоты [28]

№ п/п	Тип отказа	Частота, 1/год	Мощность выброса HF, г/с
1.	Разрушение целостности печи	10^{-4}	150-300
2.	Прожог печи (образование отверстия с эффективным диаметром до 2 см)	10^{-3}	20
3.	Разрушение газоходов	$6 \cdot 10^{-4}$	150-300
4.	Образование отверстия в газоходе с эффективным диаметром до 2 см	$2 \cdot 10^{-3}$	20
5.	Разрушение стенки осадительной камеры и колонны очистки газа	$2 \cdot 10^{-4}$	150-300
6.	Разрушение верха первой адсорбционной колонны	$0,5 \cdot 10^{-4}$	150-300
7.	Разрушение сборника грязевиковой кислоты	$0,5 \cdot 10^{-4}$	до 500 (в течении 300 мин.)
8.	Разрушение установки при возникновении пожара в цеху	$2 \cdot 10^{-3}$ на цех	до 1400

В данной работе рассмотрен наиболее существенный по выбросу фтористого водорода тип отказа: разрушение установки при возникновении пожара в цеху с выбросом до 1400 г/с [28].

2.4 Постановка ситуации

Для определения зоны поражения и количество пострадавших среди персонала предприятия атомной промышленности и близлежащих жилых объектов в случае разрушения установки с фтористым водородом вместимостью 15 т при возникновении пожара в цеху и выбросом до 1400 г/с. по методике [29] принимаем следующие условия.

Плотность размещения персонала на предприятии атомной промышленности: на открытой местности – $0,0009 \text{ чел/м}^2$; в промышленном здании – $0,5 \text{ чел/м}^2$; в административном здании – $0,4 \text{ чел/м}^2$.

Площадь: промышленного здания – 100 м^2 ; административного – 100 м^2 .

Расстояния от места аварии до промышленного здания – 700 м, до административного здания – 900 м.

Близлежащие жилые зоны:

- в восточной части, на расстоянии 2500 м от предприятия, расположены жилые районы с застройкой повышенной этажности (г. Зеленогорск);

- в западной части, на расстоянии 2500 м от предприятия, расположена жилая зона (индивидуальные застройки), д. Новая Печора.

Предприятие находится в северо-западном направлении от г. Зеленогорск.

Плотность распределения людей: г. Зеленогорск – 80 чел./га;

д. Новая Печера – 20 чел./га.

3. РАСЧЕТ ЗОНЫ ПОРАЖЕНИЯ ПРИ АВАРИИ НА АО «ПО «ЭХЗ» С ВЫБРОСОМ ФТОРИСТОГО ВОДОРОДА

Расчет зоны поражения проводили по методике [29].

3.1 Идентификация кода опасного объекта

При оценке количества пострадавших необходимо идентифицировать объект по виду опасного вещества и форме его использования (хранение, производство, переработка). По Таблице 2.1.1 методики [29] определяем необходимый для дальнейших оценок цифровой код, соответствующий конкретному опасному веществу и форме его использования. **Код – 19.**

3.2 Определение класса воздействия опасного объекта

При оценке количества пострадавших по цифровому коду, идентифицирующему объект, и объему (массе) опасного вещества, находящегося на этом объекте, по Таблице 2.2.1 методики [29] определяем класс воздействия опасного объекта. **Класс воздействия стационарного объекта – D III.**

3.3 Определение параметров зоны поражения

По буквенному компоненту кода класса воздействия из Таблицы 2.3.1 методики [29] оцениваем максимальный линейный масштаб зоны поражения R_3 . **$R_3 = 200$ м.**

По цифровой компоненте кода класса воздействия опасного объекта определяем тип зон поражения. Зона поражения - **Тип III** (Узкая полоса) – характерна при дрейфе облака токсичного газа (Рисунок 3.1).

По коду класса воздействия из Таблицы 2.3.2 методики [29] определяем максимальные площади областей безвозвратных и санитарных потерь. **$S_{без} = 0,54$ га, $S_{сан} = 5,40$ га.**

На рисунке 3.1 показана рассчитанная зона поражения при аварии на АО «ПО «ЭХЗ» с выбросом фтористого водорода.

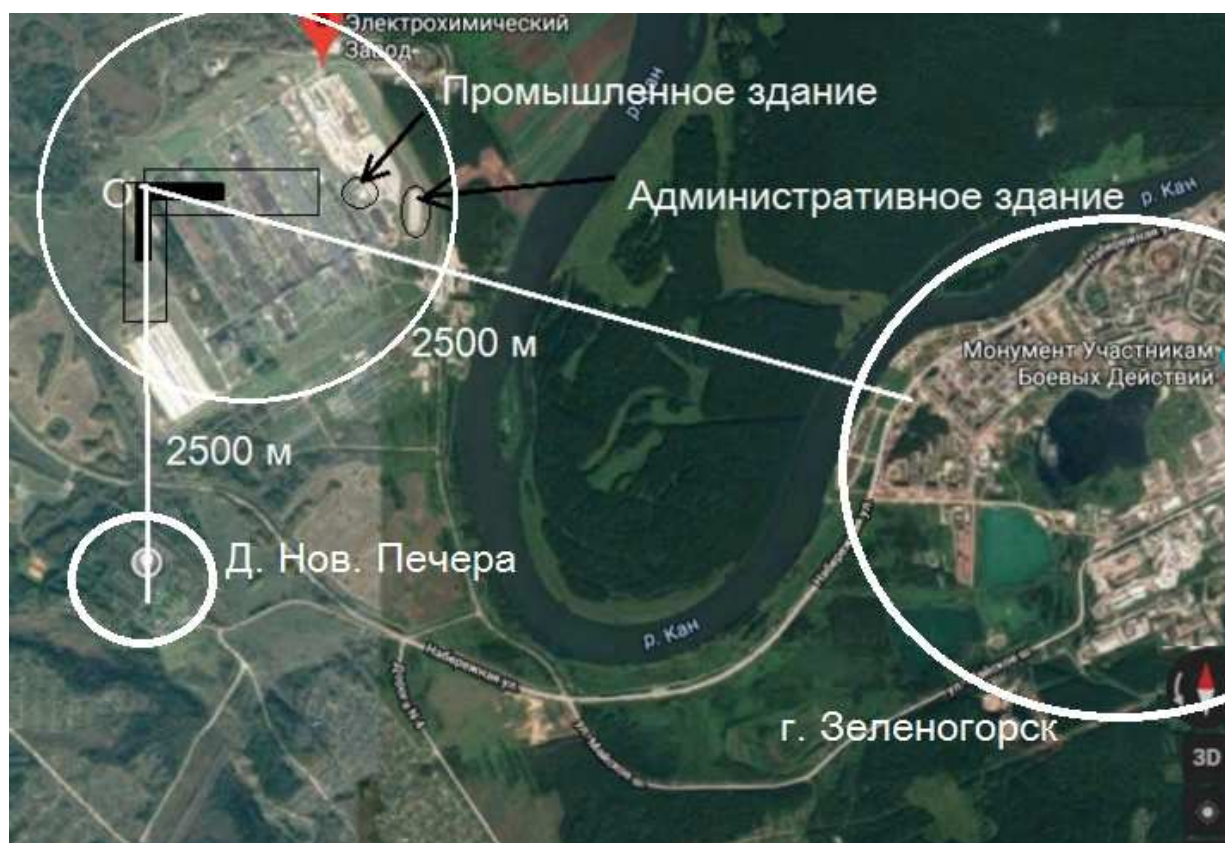


Рисунок 3.1 – Карта зон поражения

3.4 Определение числа людей, попавших в зону поражения

Из условия данной ситуации, учтем то, что промышленное и административное здания предприятия, а также территории жилых застроек населенных пунктов г. Зеленогорск и д. Новая Печера не попадают ни в область безвозвратных потерь, ни в область санитарных потерь.

1) количество пострадавших людей попавших в результате чрезвычайной ситуации в область безвозвратных потерь ($N_{\text{без}}$) определяем по формуле методики [29]:

$$N_{\text{без}} = c \cdot k_{\text{без}} \cdot S_{\text{без}} \quad (3.1)$$

где $S_{\text{без}}$ – площадь области безвозвратных потерь, $k_{\text{без}}$ – доля площади попавших в зону постоянного пребывания людей, c – плотность распределения людей.

Учитывая то, что территории с зоной повешенной этажности и зоной индивидуальной застройки не попадают в область безвозвратных потерь, находим:

Так как площадь предприятия совпадает с площадью области безвозвратных потерь, принимаем коэффициент 1.

$$N_{\text{без.откр.местн.}} = 0,0009 \cdot 1 \cdot 5400 = 4,86 = 5 \text{ чел.}$$

2) количество пострадавших людей попавших в результате ЧС в область санитарных потерь ($N_{\text{сан}}$) определяем по формуле методики [29]:

$$N_{\text{сан}} = c \cdot k_{\text{сан}} \cdot S_{\text{сан}} \quad (3.2)$$

$$N_{\text{сан.откр.местн.}} = 0,0009 \cdot 1 \cdot 54000 = 49 \text{ чел.}$$

3.5 Определение количества пострадавших

Число безвозвратных ($N_{\text{без}}^+$) и санитарных ($N_{\text{сан}}^+$) потерь определяем по следующим формулам методики [29]:

$$N_{\text{без}}^+ = f_m \cdot N_{\text{без}} \quad (3.3)$$

$$N_{\text{сан}}^+ = f_m \cdot N_{\text{сан}} \quad (3.4)$$

где f_m – поправочный коэффициент смягчения последствий аварий. Поправочный коэффициент принимаем $f_m = 0,1$.

Количество пострадавших среди персонала предприятия атомной промышленности:

$$N_{\text{без}}^+ = 0,1 \cdot 5 = 0,5 = 1 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{сан}}^+ = 0,1 \cdot 49 = 4,9 = 5 \text{ чел.}$$

Общее количество пострадавших составляет $1 + 5 = 6$ человек.

4. РАСЧЕТ РАССЕЙВАНИЯ ФТОРИСТОГО ВОДОРОДА ПРИ АВАРИИ НА АО «ПО «ЭХЗ»

На следующем этапе работы представлял интерес уточнить какая концентрация фтористого водорода формируется в результате аварийного выброса в г. Зеленогорске.

Для определения концентрации фтористого водорода, образующегося при аварийном выбросе использовали методику ОНД-86.

Исходные данные:

$H = 50$ м (высота здания);

$D = 1,5$ м (диаметр устья);

$\omega_0 = 25$ м/с (скорость выхода газовой воздушной смеси);

$F = 1$ (для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей);

$V_1 = 50$ м³/с;

$\Delta T = 59$ °С;

$A = 200$ (коэффициент, зависящий от стратификации атмосферы).

Выброс фтористого водорода:

$M_{HF} = 1,4$ кг/с.

Максимальная приземная разовая концентрация ЗВ при выбросе ГВС из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при опасной скорости ветра на расстоянии от источника выброса и определяется по формуле 3 методики [23], мг/м³:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot t \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} [23],$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, определяющий условия горизонтального и вертикального рассеивания ЗВ в атмосферном воздухе;

M – масса ЗВ, выбрасываемого в атмосферный воздух в единицу времени (мощность выброса), г/с;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания ЗВ (газообразных и аэрозолей, включая твердые частицы) в атмосферном воздухе ($F = 1$ для газообразных ЗВ, $F = 2,5$ для твердых ЗВ);

m и n – безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выброса из устья источника выброса (определяются по формулам 9-10 методики [23]);

η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (определяемый в соответствии с главой VII методики [23]);

H – высота источника выброса, м;

V_1 – расход ГВС, заданный произвольно, м³/с;

ΔT – разность между температурой выбрасываемой ГВС T_r и температурой атмосферного воздуха T_b , °С.

$F = 1$ – для газообразного вещества.

Коэффициенты m и n определяются в зависимости от характеризующих свойства источника выброса параметров v_m , v_m' , f и f_e (определяемых по формулам 5-8 методики [23]):

$$v_m = 0.65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} [23];$$

$$v_m = 0.65 \sqrt[3]{\frac{50 \cdot 59}{50}} = 2,53.$$

Коэффициент $n = 1$ при $v_m \geq 2$ согласно уравнению 10в методики [23].

$$f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} [23];$$

$$f = 1000 \cdot \frac{25^2 \cdot 1,5}{50^2 \cdot 59} = 6.$$

Коэффициент m определяется при $f < 100$ по формуле 9а методики [23]:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}};$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{6} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{6}} = 0,65.$$

Коэффициент $\eta = 1$ при ровной поверхности согласно главе VII настоящей методики [23].

Максимальная приземная разовая концентрация фтористого водорода:

$$C_{мсо} = \frac{200 \cdot 1400 \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 1 \cdot 1}{50^2 \cdot \sqrt[3]{50 \cdot 59}} = 5,1 \text{ мг/м}^3.$$

Расстояние x_m от источника выброса, на котором приземная концентрация ЗВ при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения C_m , определяется по формуле 15 методики [23], м:

$$x_m = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H [23],$$

где безразмерный коэффициент d при $f < 100$ находится по формуле 16в методики [23]:

$$d = 7 \cdot \sqrt{v_m} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \text{ при } v_m \geq 2 [23];$$

$$d = 7 \cdot \sqrt{2,53} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{6}) = 16,8.$$

$$x_m = \frac{5 - 1}{4} \cdot 16,8 \cdot 50 = 840 \text{ м.}$$

При опасной скорости ветра v_m приземная концентрация ЗВ в атмосферном воздухе на оси факела от точечного источника, определяемой как геометрическое место точек в пространстве, которые на каждом заданном расстоянии от источника соответствуют максимальному значению концентрации ЗВ, а также как их проекция на подстилающую поверхность (то есть на взаимодействующую с атмосферой поверхность земли, в том числе, почву, поверхностные воды, снежный и растительный покров), на различных расстояниях x от источника выброса вычисляется по формуле 24 методики [23], мг/м³:

$$C_{HFx} = S_x \cdot C_{MHF} [23]$$

где S_x – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения и коэффициента по формулам 25а-25б методики [23]:

$$S_x = 3 \cdot \left(\frac{x}{x_m}\right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{x}{x_m}\right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{x}{x_m}\right)^2 \text{ при } \frac{x}{x_m} \leq 1 [23];$$

$$S_x = \frac{1,13}{0,13 \cdot \left(\frac{x}{x_m}\right)^2 + 1} \text{ при } 1 < \frac{x}{x_m} \leq 8 [23].$$

$x = 200; 400; 600; 840; 1000; 1200; 1400; 1600; 1800; 2000; 2500 \text{ м.}$

4.1 Расчёт рассеивания приземной концентрации фтористого водорода в атмосферном воздухе при аварии на АО «ПО «ЭХЗ»

При $x = 200 \text{ м:}$

$$S_{200} = 3 \cdot \left(\frac{200}{840}\right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{200}{840}\right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{200}{840}\right)^2 = 0,245;$$

$$C_{HF200} = 0,245 \cdot 5,1 = 1,2 \text{ мг/м}^3$$

При $x = 400 \text{ м:}$

$$S_{400} = 3 \cdot \left(\frac{400}{840}\right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{400}{840}\right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{400}{840}\right)^2 = 0,656;$$

$$C_{HF400} = 0,656 \cdot 5,1 = 3,3 \text{ мг/м}^3$$

При $x = 600 \text{ м:}$

$$S_{600} = 3 \cdot \left(\frac{600}{840}\right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{600}{840}\right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{600}{840}\right)^2 = 0,923;$$

$$C_{HF600} = 0,923 \cdot 5,1 = 4,7 \text{ мг/м}^3$$

При $x = 840 \text{ м:}$

$$S_{840} = 3 \cdot \left(\frac{840}{840}\right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{840}{840}\right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{840}{840}\right)^2 = 1;$$

$$C_{HF840} = 1 \cdot 5,1 = 5,1 \text{ мг/м}^3$$

При $x = 1000 \text{ м:}$

$$S_{1000} = \frac{1,13}{0,13 \cdot \left(\frac{1000}{840}\right)^2 + 1} = 0,954;$$

$$C_{HF1000} = 0,954 \cdot 5,1 = 4,8 \text{ мг/м}^3.$$

При $x = 1200 \text{ м:}$

$$S_{1200} = \frac{1,13}{0,13 \cdot \left(\frac{1200}{840}\right)^2 + 1} = 0,892;$$

$$C_{HF1200} = 0,892 \cdot 5,1 = 4,5 \text{ мг/м}^3.$$

При $x = 1400$ м:

$$S_{1400} = \frac{1,13}{0,13 \cdot \left(\frac{1200}{840}\right)^2 + 1} = 0,829;$$

$$C_{HF1400} = 0,829 \cdot 5,1 = 4,2 \text{ мг/м}^3.$$

При $x = 1600$ м:

$$S_{1600} = \frac{1,13}{0,13 \cdot \left(\frac{1600}{840}\right)^2 + 1} = 0,769;$$

$$C_{HF1600} = 0,769 \cdot 5,1 = 3,9 \text{ мг/м}^3.$$

При $x = 1800$ м:

$$S_{1800} = \frac{1,13}{0,13 \cdot \left(\frac{1800}{840}\right)^2 + 1} = 0,708;$$

$$C_{HF1800} = 0,708 \cdot 5,1 = 3,6 \text{ мг/м}^3.$$

При $x = 2000$ м:

$$S_{2000} = \frac{1,13}{0,13 \cdot \left(\frac{2000}{840}\right)^2 + 1} = 0,651;$$

$$C_{HF2000} = 0,651 \cdot 5,1 = 3,3 \text{ мг/м}^3.$$

При $x = 2500$ м:

$$S_{2500} = \frac{1,13}{0,13 \cdot \left(\frac{2500}{840}\right)^2 + 1} = 0,526;$$

$$C_{HF2500} = 0,526 \cdot 5,1 = 2,8 \text{ мг/м}^3.$$

Результаты рассчитанных концентраций фтористого водорода в зависимости от расстояния источника выброса представлены на рисунке 4.1. При расчетах учитывали неблагоприятные метеорологические условия, это жаркий месяц года и западное направление ветра.

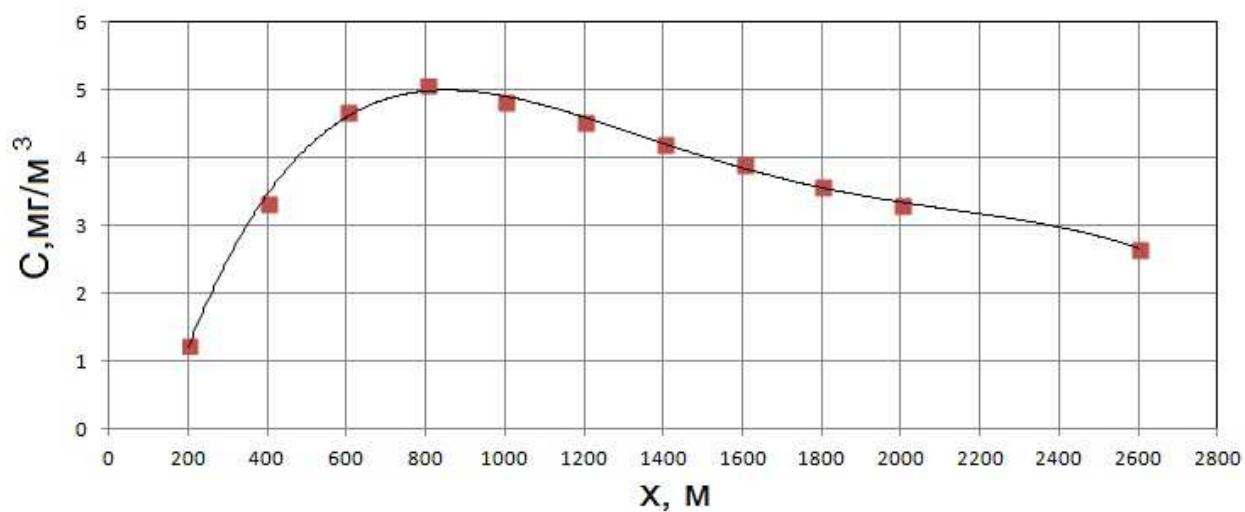


Рисунок 4.1 – График изменения концентрации загрязняющего вещества (фтористого водорода) в зависимости от расстояния x

Как видно из рисунка, максимальная концентрация фтористого водорода формируется на расстоянии 840 м от источника выброса и составляет 5,1 мг/м³. При расстоянии от источника 2500 м и более концентрация фтористого водорода равна 2,8 мг/м³.

5. ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

В нормативных документах риск для здоровья определяется как вероятность развития угрозы жизни или здоровью человека, либо угрозы жизни или здоровью будущих поколений, обусловленной воздействием факторов среды обитания [8].

Для оценки риска при кратковременных воздействиях химических веществ безопасные значения для здоровья дифференцированы по длительности экспозиции, контингенту экспонируемых лиц, а еще тяжести вероятных не очень благоприятных результатов для здоровья человека. Безвредные значения кратковременных воздействий ориентированы на предупреждение смертельных исходов, развитие острых отравлений разной степени тяжести или же неприятных ощущений при недолговременном, но интенсивном загрязнении окружающей вокруг среды, обусловленном неблагоприятными метеорологическими условиями (смоги, токсические туманы), аварийными нештатными обстановками, а также залповыми выбросами, сбросами и проливами токсичных веществ в больших концентрациях на опасных производствах. Эти уровни как правило разрабатываются для критериев кратковременного непрерывного химического влияния с длительностью от 5—30 мин до 6—8 и 24 ч. В этом случае предполагается, что повторное острое влияние на население неприемлемо, или же время его вероятного наступления многократно выше продолжительности восстановительного периода [8, 15].

Сравним рассчитанные концентрации с нормативными значениями ПДК_{м.р.} и референтными значениями концентраций фтористого водорода при острых ингаляционных воздействиях. Как видно из таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Сравнение нормативных значений ПДК_{м.р.} и референтных значений с концентрацией фтористого водорода при острых ингаляционных воздействиях

Х, м	С, мг/м ³	ПДК _{м.р.} , мг/м ³	Референтные значения, мг/м ³	Критические органы
840	5,076	0,02	0,25	органы дыхания
1000	4,844			
1200	4,531			
1400	4,209			
1600	3,904			
1800	3,595			
2000	3,304			
2500	2,67			

Из таблицы 5.1 видно, что при поступлении фтористого водорода ингаляционным путем критическими органами будут являться органы дыхания. При поступлении фтористого водорода в организм человека происходит отек легких, помимо этого, действует раздражающе на глаза, оказывает легкое наркотическое действие, тем самым создавая большую опасность развития их заболеваний.

Таким образом, в повышенную зону риска отравлением фтористого водорода попадает близлежащий от предприятия 21 микрорайон г. Зеленогорска, где число пострадавших может достигать 500 человек.

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований

6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В настоящее время эффективная разработка мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций на опасных производственных объектах играет огромную роль. Своевременное предупреждение аварий и осуществление контроля, на предприятиях позволяет избежать негативных последствий.

С экономической точки зрения не всегда выгодно проводить мероприятия по предупреждению аварийных ситуаций, гораздо дешевле ликвидировать последствия уже произошедших аварий.

На сегодняшний день потенциальными потребителями услуг в сфере разработки мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций выступают заводы, организации (юридические лица).

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование (рисунок 6.1).

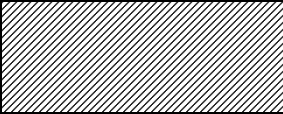
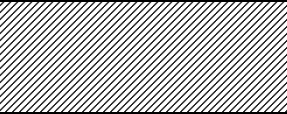
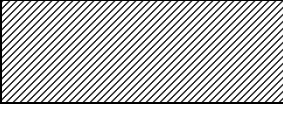
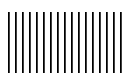
Профиль	Вид услуги		
	Проектирование	Мониторинг	Оптимизация
Энергетический			
Химический			

Рисунок 6.1 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке
интернет - ресурсов:



НИ ТПУ



НГТУ



НИ МГТУ

Стоит заметить, что привлекательной в будущем остаётся ниша энергетических предприятий, которая будет обслуживать крупные организации.

6.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Таблица 6.1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентно-способность		
		Б ₀	Б ₁	Б ₂	К ₀	К ₁	К ₂
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,025	5	4	4	0,125	0,1	0,1
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,003	4	3	3	0,012	0,009	0,009
3. Помехоустойчивость	0,018	4	3	3	0,072	0,054	0,054
4. Энергоэкономичность	0,029	5	4	4	0,145	0,116	0,116
5. Надежность	0,111	5	5	4	0,555	0,555	0,444
6. Уровень шума	0,012	4	3	4	0,048	0,036	0,048
7. Безопасность	0,281	5	5	4	1,405	1,405	1,124
8. Потребность в ресурсах памяти	0,015	4	3	4	0,06	0,045	0,06
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,012	5	4	5	0,06	0,048	0,06
10. Простота эксплуатации	0,08	5	4	3	0,4	0,32	0,24
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,13	4	4	3	0,52	0,52	0,39
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,016	5	5	5	0,08	0,08	0,08
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,031	4	4	4	0,124	0,124	0,124

2. Уровень проникновения на рынок	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
3. Цена	0,006	5	3	3	0,03	0,018	0,018
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,045	5	4	3	0,225	0,18	0,135
5. Послепродажное обслуживание	0,08	5	3	4	0,4	0,24	0,32
6. Финансирование научной разработки	0,04	4	4	3	0,16	0,16	0,12
7. Срок выхода на рынок	0,004	4	4	4	0,016	0,016	0,016
8. Наличие сертификации разработки	0,012	5	4	5	0,06	0,048	0,06
Итого	1	91	77	75	4,697	4,274	3,668

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 1, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Наше исследование способно заинтересовать партнеров и инвесторов, завоевать доверие потребителей, потому что технические решения отличаются высоким уровнем качества, удобства в эксплуатации, широким спектром мероприятий и нестандартным набором свойств, интересующих покупателя.

6.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Таблица 6.2- Матрица SWOT

	Сильные стороны	Слабые стороны
	1. Высокий уровень проникновения на рынок 2. Функциональная мощность 3. Предъявленная безопасность и надежность 4. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями 5. Экологичность технологии	1. Недостаток средств финансирования 2. Низкий уровень послепродажного обслуживания 3. Низкая квалификация у потенциальных потребителей 4. Отсутствие системы мотивации персонала 5. Недостатки в рекламной политике
Возможности: В1. Разорение и уход предприятий-конкурентов В2. Выход на новые сегменты рынка В3. Внедрение инноваций	Высокий уровень проникновения на рынок, функциональная мощность и более низкая стоимость производства даст возможность в будущем	Внедрение инноваций в разработки, а также расширение спектра услуг в дальнейшем даст возможность получить большую прибыль и устранить недостаток средств

В4. Повышение стоимости конкурентных разработок В5. Расширение спектра услуг	вытеснить конкурентов. Из-за приемлемых цен мы сможем выйти на новые сегменты рынка	финансирования.
Угрозы: У1. Появление новых конкурентов У2. Отсутствие спроса на новые технологии У3. Задержка финансирования разработки У4. Выход на рынок иностранных компаний У5. Высокий уровень налогов на наши услуги	Удержание высоких позиций на рынке и функциональная мощность позволит погасить конкурентов, а низкая стоимость и экологичность разработок превысит запросы в иностранных компаний	С помощью повышения послепродажного обслуживания пытаться завоевать доверие потребителей, тем самым повысить спрос на новые технологии.

6.2 Планирование научно-исследовательских работ

6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Структура работы в рамках научного исследования по теме «Оценка экологических рисков чрезвычайных ситуаций на примере ЗАТО г. Зеленогорска Красноярского края» для опасного производственного объекта АО «ПО «ЭХЗ» представлена в (табл. 6.3).

Таблица 6.3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Выбор и утверждение темы исследования	Научный руководитель, студент
	2	Составление календарного плана графика выполнения ВКР	Научный руководитель, студент
Основной этап	3	Изучение литературы по теме исследования	Студент
	4	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	Студент
	5	Написание теоретической части ВКР	Студент
	6	Подведение промежуточных итогов	Научный руководитель, студент
	7	Выполнение практической части ВКР	Студент

Заключительный этап	8	Оценка и анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент
	9	Оформление ВКР	Студент

6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} \quad (6.1)$$

где, $t_{ожі}$ –ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} –минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} –максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 1-го этапа работы:

$$t_{ож1} = \frac{3 \times 1 + 2 \times 4}{5} = 2,2 \text{ чел. –дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 2-го этапа работы:

$$t_{ож2} = \frac{3 \times 2 + 2 \times 4}{5} = 2,8 \text{ чел. –дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 3-го этапа работы:

$$t_{\text{ож}3} = \frac{3 \times 7 + 2 \times 14}{5} = 9,8 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 4-го этапа работы:

$$t_{\text{ож}4} = \frac{3 \times 14 + 2 \times 20}{5} = 16,4 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 5-го этапа работы:

$$t_{\text{ож}5} = \frac{3 \times 7 + 2 \times 14}{5} = 9,8 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 6-го этапа работы:

$$t_{\text{ож}6} = \frac{3 \times 2 + 2 \times 4}{5} = 2,8 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 7-го этапа работы:

$$t_{\text{ож}7} = \frac{3 \times 7 + 2 \times 21}{5} = 12,6 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8-го этапа работы:

$$t_{\text{ож}8} = \frac{3 \times 2 + 2 \times 4}{5} = 2,8 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 9-го этапа работы:

$$t_{\text{ож9}} = \frac{3 \times 14 + 2 \times 28}{5} = 19,8 \text{ чел. - дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65%.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i} \quad (6.2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Продолжительность 1-го этапа:

$$Tp_1 = \frac{2,2}{1} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 2- го этапа:

$$Tp_2 = \frac{2,8}{1} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 3- го этапа:

$$Tp_3 = \frac{9,8}{1} = 10 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 4- го этапа:

$$Tp_4 = \frac{16,4}{1} = 16 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 5- го этапа:

$$Tp_5 = \frac{9,8}{1} = 10 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 6- го этапа:

$$Tp_6 = \frac{2,8}{1} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 7- го этапа:

$$Tp_7 = \frac{12,6}{1} = 13 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 8- го этапа:

$$Tp_8 = \frac{2,8}{2} = 1 \text{ раб. дн.}$$

Продолжительность 9- го этапа:

$$Tp_9 = \frac{19,6}{1} = 20 \text{ раб. дн.}$$

Из проведенных расчетов видно, что наибольшую трудоемкость и продолжительность будут иметь 3, 4, 5, 7 и 9 этапы.

6.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}} \quad (6.3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} + T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (6.4)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Коэффициент календарности в 2019 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365-118} = 1,48$$

Продолжительность выполнения 1 -го этапа в календарных днях:

$$T_{\text{к1}} = 1 \times 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 2 - го этапа в календарных днях:

$$T_{\text{к2}} = 1 \times 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 3 - го этапа в календарных днях:

$$T_{\text{к3}} = 10 \times 1,48 = 15 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 4 - го этапа в календарных днях:

$$T_{\text{к4}} = 16 \times 1,48 = 24 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 5 - го этапа в календарных днях:

$$T_{\text{к5}} = 10 \times 1,48 = 15 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 6 - го этапа в календарных днях:

$$T_{\text{к6}} = 1 \times 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 7 - го этапа в календарных днях:

$$T_{\text{к7}} = 13 \times 1,48 = 19 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 8 - го этапа в календарных днях:

$$T_{\text{к8}} = 1 \times 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 9 - го этапа в календарных днях:

$$T_{\text{к9}} = 20 \times 1,48 = 30 \text{ кал. дн.}$$

Полученные значения сведем в (табл. 6.4).

Таблица 6.4. – Временные показатели проведения научного исследования

№	Название	Трудоемкость			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
		t_{min}	t_{max}	$t_{ожі}$			
1.	Выбор и утверждение темы исследования	1	4	2,2	Научный руководитель, студент	1	1
2.	Составление календарного плана графика выполнения ВКР	2	4	2,8	Научный руководитель, студент	1	1
3.	Изучение литературы по теме исследования	7	14	9,8	Студент	10	15
4.	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	14	20	16,4	Студент	16	24
5.	Написание теоретической части ВКР	7	14	9,8	Студент	10	15
6.	Подведение промежуточных итогов	2	4	2,8	Научный руководитель, студент	1	1
7.	Выполнение практической части ВКР	7	21	12,6	Студент	13	19
8.	Оценка и анализ полученных результатов	2	4	2,8	Научный руководитель, студент	1	1
9.	Оформление ВКР	14	28	19,6	Студент	20	30

На основе построен календарный план-график. График был построен для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательской работы на основе таблицы с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы студента и руководителя выделены желтым и красным цветом.

Таблица 6.5. – Календарный план-график проведения НИОКР по теме «Оценка экологических рисков чрезвычайных ситуаций на примере ЗАТО г. Зеленогорска Красноярского края».

№	Вид работ	Исполнители	T _{ki} , кал. дн	Продолжительность выполнения работ											
				февраль		март			апрель			май			июнь
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1.	Выбор и утверждение темы исследования	Научный руководитель, студент	1												
2.	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель, студент	1												
3.	Изучение литературы по теме исследования	Студент	15												
4.	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	Студент	24												
5.	Написание теоретической части ВКР	Студент	15												
6.	Подведение промежуточных итогов	Научный руководитель, студент	1												
7.	Выполнение практической части ВКР	Студент	19												
8.	Оценка и анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент	1												
9.	Оформление ВКР	Студент	30												

6.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

6.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Для выполнения данного научного исследования необходимы материалы, которые указаны в (табл. 6.6).

Таблица 6.6. – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Бумага	пачка	1	500	500
Ручка	шт.	2	30	60
Карандаш	шт.	1	5	5
Файл-вкладыш	шт.	15	2	30
Картридж	шт.	2	800	1600
Итого:				2195

6.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Все расчеты по приобретению спецоборудования, включая 15% на затраты по доставке и монтажу, отображены в табл. 6.7.

Таблица 6.7 – Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Наименование оборудования	Кол-во единиц	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
Ноутбук «Lenovo»	1	31256	31250

Принтер «Нр»	1	3782	3782
ИТОГО			35038

Амортизационные отчисления представлены в таблице 6.8

Таблица 6.8 – Амортизационные отчисления на специальное оборудование для научных работ

Наименование оборудования	Кол-во	Стоимость, руб.	Амортизационные отчисления
Ноутбук «Lenovo»	1	31256	1250,24
Принтер «Нр»	1	3782	151,28
ИТОГО		35038	1401,52

6.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата научного руководителя и студента включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (6.5)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (15 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($З_{осн}$) научного руководителя и студента рассчитана по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} + Т_p, \quad (6.6)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$Т_p$ – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \times M}{F_d} \quad (6.7)$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 6.9 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней:		
- - выходные дни	104	104
- - праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени:		
- - отпуск	28	28
- - невыходы по болезни	14	5
Действительный годовой фонд рабочего времени	205	214

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p, \quad (6.8)$$

где Z_{tc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент;

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_m = 17000 \times (1 + 0,3 + 0,3) \times 1,3 = 35360,$$

Месячный должностной оклад студента, руб.:

$$Z_m = 7000 \times (1 + 0,2 + 0,2) \times 1,3 = 12740,$$

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{35360 \times 10,4}{205} = 1794$$

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{12740 \times 11,2}{214} = 667$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель: $T_p = 4$ раб. дней

Студент: $T_p = 73$ раб. дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$З_{\text{осн}} = 1749 \times 4 = 7176 \text{ руб}$$

Основная заработная плата студента составила:

$$З_{\text{осн}} = 667 \times 73 = 48691 \text{ руб}$$

Таблица 6.10 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Научный руководитель	17000	0,3	0,3	1,3	35360	1794	4	7176
Студент	7000	0,2	0,2	1,3	12740	667	73	48691
Итого $З_{\text{осн}}$:								55867

6.3.4 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}}, \quad (6.9)$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты, 0,15;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

Таблица 6.11 – Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Научный руководитель	Студент
Основная зарплата	7176	48691
Дополнительная зарплата	1076	7369
Итого, руб.	64312	

6.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством РФ нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда и медицинского страхования от затрат на оплату труда работникам.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (6.10)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2019 год в соответствии с Федеральным законом №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 28% (п.1 ст. 58).

$$Z_{\text{внеб}} = 0,28 \times (55867 + 8445) = 18007,36 \text{ руб.}$$

6.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \times k_{\text{нр}}, \quad (6.11)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов примем в размере 16%.

$$З_{\text{накл}} = (2195 + 55867 + 8445 + 18007,36) \times 0,16 = 13522,30 \text{ руб.}$$

6.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанные выше величины затрат научно-исследовательской работы представляет собой основу формирования бюджета затрат проекта. В (табл. 6.12) отражены сводные показатели, которые формируют бюджет затрат ВКР.

Таблица 6.12 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НТИ	2195	п. 6.3.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных работ	35038	п.6.3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	55867	п. 6.3.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	8445	п. 6.3.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	18007,36	п. 6.3.5
6. Накладные расходы	13522,30	16% от суммы п. 6.3.6
7. Бюджет затрат НТИ	113074,66	Сумма ст. 2- 6

Для выполнения данной исследовательской работы необходимо провести ключевых 9 этапов, позволяющих построить диаграмму Ганта, которая наглядно отражает продолжительность исследования. Общая продолжительность исследования составила 73 дня. Проведенный расчет стоимости НТИ показал, что общая стоимость составляет 113074,66 рубль.

7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

К социальной ответственности относятся, выполнения требований к безопасности и гигиене труда, к промышленной безопасности, охране окружающей среды и ресурсосбережению. Составления настоящего раздела является принятие проектных решений, исключающих несчастные случаи на производстве, соблюдение мер безопасности и гигиены труда на рабочем месте и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

Объектом исследования является определение количества пострадавших и рассеивание фтористого водорода максимальных приземных концентраций в случае разрушения установки при возникновении пожара в цеху.

7.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

7.1.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ от 30.12.2001 № 197 – ФЗ инженер-эколог отдела промышленной экологии имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра.

7.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Рабочее место в отделе промышленной экологии должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Оно должно занимать площадь не менее 4,5 м², высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем – не менее 20 м³ на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 х 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина – 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 – 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

Рабочее место инженера-эколога отдела промышленной экологии соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

7.2. Производственная безопасность

С точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

7.2.1. Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Вредный производственный фактор – фактор трудового процесса, который может вызвать, временное снижение работоспособности, повысить частоту соматических и инфекционных заболеваний, привести к нарушению

здоровья потомства.

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [30]. Перечень опасных и вредных факторов, представлен в виде таблицы:

Таблица 7.1 – Опасные и вредные факторы на рабочем месте инженера-эколога отдела промышленной экологии.

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Оценка экологических рисков чрезвычайных ситуаций; Работа с ПЭВМ..		Поражение электрическим током;	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ
		Пожаровзрывоопасность.	ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ
	Повышенный уровень электромагнитных полей;		ГОСТ 12.0.003 –2015; СанПиН 2.2.4.3359-16; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
	Недостаточная освещенность рабочей зоны;		ГОСТ 12.0.003-2015; СанПиН 2.2.4.3359-16; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03; СП 52.13330.2016.
	Повышенный уровень шума на рабочем месте;		ГОСТ 12.0.003 –2015; СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96; СанПиН 2.2.4.3359-16.
	Неудовлетворительный микроклимат на рабочем месте;		ГОСТ 12.0.003 –2015; ГОСТ 30494-2011; СанПиН 2.2.4.548–96; СанПиН 2.2.4.3359-16
	Повышенный уровень напряженности электростатического поля		ГОСТ 12.0.003 –2015; СанПиН 2.2.4.3359 – 16.

7.2.2. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

Основным источником потенциально вредных и опасных производственных факторов (ОВПФ) при работе и использовании оборудования инженера-эколога отдела промышленной экологии, является ПЭВМ, возможность поражения электрическим током. Использование

серверного оборудования может привести к наличию таких вредных факторов, как повышенный уровень статического электричества, повышенный уровень электромагнитных полей, повышенная напряженность электрического поля.

К основной документации, которая регламентирует вышеперечисленные вредные факторы относится СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы":

ПЭВМ должны соответствовать требованиям настоящих санитарных правил и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке [31].

Допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП) в отделе промышленной экологии, создаваемых ПЭВМ, не должны превышать значений [32], представленных в таблице 7.2 [32]:

Таблица 7.2 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ЭВМ

Наименование параметров	Диапазон	ДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25нТл
Напряженность электростатического поля		15кВ/м

Уровни ЭМП, ЭСП в отделе промышленной экологии на рабочем месте инженера-эколога перечисленные в таблице 7.2. соответствуют нормам.

Электроопасность:

Для предотвращения поражения электрическим током все применяемое в рабочем процессе оборудование где размещается рабочее место с ЭВМ инженера-эколога отдела промышленной экологии должно быть оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими

требованиями по эксплуатации [33]. Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия:

- 1) оформление работы нарядом или устным распоряжением;
- 2) проведение инструктажей и допуск к работе;
- 3) надзор во время работы.

Напряжение для питания ЭВМ в данном отделе на рабочем месте инженера-эколога 220 В, для серверного оборудования 380 В. По опасности поражения электрическим током помещение, инспектор отдела надзорной деятельности и профилактических работ относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°, с влажностью 40-50%) [33].

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются:

- 1) прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением;
- 2) прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением;
- 3) ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала;
- 4) поражение шаговым напряжением и др.

Основными техническими средствами защиты, согласно ПУЭ, являются защитное заземление, автоматическое отключение питания, устройства защитного отключения, изолирующие электрозащитные средства, знаки и плакаты безопасности. Наличие таких средств защиты предусмотрено в рабочей зоне. В целях профилактики периодически проводится инструктаж работников по технике безопасности.

Не следует размещать рабочие места с ЭВМ вблизи силовых кабелей, технологического оборудования, создающего помехи в работе ЭВМ [31].

Разработанные мероприятия обеспечивают безопасную эксплуатацию электроустановок инженера-эколога отдела промышленной экологии.

Освещение:

В отделе промышленной экологии имеется естественное (боковое двухстороннее) и искусственное освещение. Рабочие столы размещены таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы (мониторы) были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения. В отделе промышленной экологии, в случаях работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 – 500 лк [34]. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк [34].

В качестве источников света применяются светодиодные светильники или металлогалогенные лампы (используются в качестве местного освещения) [34].

Таблица 7.3 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений жилых зданий [34].

Помещение	Рабочая поверхность и плоскость плоскости нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО e_n , %		КЕО e_n , %		Освещенность рабочих поверхностей, лк	Показатель дисконтинентальности, не более	Коэффициент пульсации и K_p , %, не более
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении			
Кабинеты	Г-0,0	3,0	1,0	1,8	0,6	300	-	≤5%(работа с ЭВМ) ≤20%(при работе с документацией)

Согласно [35] освещение в отделе промышленной экологии соответствует допустимым нормам.

Шум

При работе с ЭВМ в отделе промышленной экологии характер шума – широкополосный с непрерывным спектром более 1 октавы.

Таблица 7.4 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест [36].

№ п/п.	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно- конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Согласно [35] уровень шума в отделе промышленной экологии не более 80 дБА и соответствует нормам.

Микроклимат

Для создания и автоматического поддержания в отделе промышленной экологии независимо от наружных условий оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года используется водяное отопление, в теплое время года применяется

кондиционирование воздуха. Кондиционер представляет собой вентиляционную установку, которая с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды.

Рабочее место в отделе промышленной экологии по характеру работ относится к категории работ Ib. Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) [37].

Таблица 7.5 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений [37]

Период года	Категория работ по уровням энерготрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относ. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iб	21-23	20-24	60-40	0,1
Теплый	Iб	22-24	21-25	60-40	0,1

Таблица 7.6 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25-50	70
не более 25	100

В отделе проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ЭВМ.

Согласно [35] микроклимат в отделе промышленной экологии соответствует допустимым нормам.

7.3. Экологическая безопасность

В процессе работы специалиста образуются твердые отходы 1 и 5 класса опасности: бумага, запчасти от компьютеров, ртутные лампы. Пятый класс отходов практически не нарушает состояние экологической системы. Отходы собираются в контейнеры и вывозятся на полигон твердых бытовых отходов.

Макулатура собирается отдельно и сдается в приемные пункты. Эти материалы являются органическими и, следовательно, не несут никакой опасности или угрозы жизни человека.

Ртуть – это чрезвычайно опасное вещество I класса опасности по ГОСТ 17.4.1.02-83. В соответствии с «Санитарно-эпидемиологическими требованиями к атмосферному воздуху» предельно допустимая концентрация в атмосферном воздухе ртути (ПДК) — $0,0003 \text{ мг/м}^3$. Даже небольшое количество ртути может быть опасным, поэтому лампу, содержащую любое, даже самое малое количество ртути нельзя выбрасывать в мусорное ведро с бытовым мусором. С такими лампами следует обращаться как с опасными отходами, и их необходимо хранить таким образом, чтобы не допустить повреждения и после использования сдавать на переработку [30].

7.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Работа при выполнении расчетов с использованием канцелярских принадлежностей не наносит вреда окружающей среде. С точки зрения влияния на окружающую среду можно рассмотреть влияние серверного оборудования при его утилизации.

Большинство компьютерной техники содержит бериллий, кадмий, мышьяк, поливинилхлорид, ртуть, свинец, фталаты, огнезащитные составы на основе брома и редкоземельные минералы [30]. Это очень вредные вещества, которые не должны попадать на свалку после истечения срока использования, а должны правильно утилизироваться.

Утилизация компьютерного оборудования осуществляется по специально разработанной схеме, которая должна соблюдаться в организациях:

1. На первом этапе необходимо создать комиссию, задача которой заключается в принятии решений по списанию морально устаревшей или не рабочей техники, каждый образец рассматривается с технической точки зрения.

2. Разрабатывается приказ о списании устройств. Для проведения экспертизы привлекается квалифицированное стороннее лицо или организация.

3. Составляется акт утилизации, основанного на результатах технического анализа, который подтверждает негодность оборудования для дальнейшего применения.

4. Формируется приказ на утилизацию. Все сопутствующие расходы должны отображаться в бухгалтерии.

5. Утилизацию оргтехники обязательно должна осуществлять специализированная фирма.

6. Получается специальная официальной формы, которая подтвердит успешность уничтожения электронного мусора.

После оформления всех необходимых документов, компьютерная техника вывозится со склада на перерабатывающую фабрику. Все полученные в ходе переработки материалы вторично используются в различных производственных процессах.

7.3.2. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Процесс исследования представляет из себя работу с информацией, такой как техническая литература, статьи, доклады, ГОСТы и нормативно-техническая документация. Таким образом, процесс исследования не имеет влияния негативных факторов на окружающую среду.

7.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Среди возможных ЧС наиболее вероятным является возникновение пожара. Кабели, отходящие от монитора и системного блока, а также лучевая трубка в случае ЭЛТ-мониторов, находятся под рабочим электрическим напряжением. Неосторожное, неаккуратное пользование данными электроприборами может стать причиной возгорания в кабинете или привести к поражению человека током [38].

Пожары на промышленных предприятиях, на транспорте, в быту представляют большую опасность для людей и причиняют огромный

материальный ущерб. Поэтому вопросы обеспечения пожарной и взрывной безопасности имеют государственное значение.

Классификация зданий, сооружений, строений и помещений по пожарной и взрывопожарной опасности проводится для выработки требований к устройствам пожарной сигнализации, оснащению средствами пожаротушения и установлению правил пожарной безопасности. помещения по ФЗ №123 2008 г. относятся к классу Ф4.3.

7.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-94 ЧС – это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или определенной территории, вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием, эпидемией, болезнью животных, поражение растений, современное средство поражения и приведшее к людским или материальным потерям.

С точки зрения выполнения проекта характерны следующие виды ЧС:

1. Пожары, взрывы.
2. Внезапное обрушение зданий, сооружений.
3. Землетрясения.
4. Метеорологические и агрометеорологические опасные явления.

Так как объект исследований представляет из себя рабочее место с использованием канцелярских принадлежностей, ЭВМ и серверное оборудование, то наиболее вероятной ЧС в данном случае можно назвать пожар в кабинете с ЭВМ и серверным оборудованием. В серверной комнате применяется дорогостоящее оборудование, не горючие и не выделяющие дым кабели. Таким образом, возникновение пожаров происходит из-за человеческого фактора, в частности, за несоблюдение правил пожарной безопасности. К примеру, замыкание электропроводки - в большинстве случаев тоже человеческий фактор. Соблюдение современных норм пожарной

безопасности позволяет исключить возникновение пожара в серверной комнате.

- Согласно СП 5.13130.2009 предел огнестойкости серверной должен быть следующим: т.е. в условиях пожара помещение должно оставаться герметичным в течение 45 минут, препятствуя дальнейшему распространению огня.
- Помещение серверной должно быть отдельным помещением. К примеру, не допускается в помещении серверной организовывать мини-склад оборудования или канцелярских товаров.
- Согласно СП 5.13130.2009 в системах воздуховодов общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха защищаемых помещений следует предусматривать автоматически закрывающиеся при обнаружении пожара воздушные затворы.

7.4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при исследовании и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в помещении отдела промышленной экологии. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основные источники возникновения пожара:

- 1) Неработоспособное электрооборудование, неисправность в проводке, розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по данным причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неполадки. Проводить плановый осмотр электрооборудования.
- 2) Электрические приборы с дефектами. Профилактика пожара включает в себя своевременный и качественный ремонт электроприборов.
- 3) Перегрузка в электроэнергетической системе (ЭЭС) и короткое замыкание в электроустановке.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

- обучение, распространение знаний о пожаробезопасном поведении;
- пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;
- обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей).

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного, жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода.

Согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

Помещение отдела промышленной экологии оснащено первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт., ОП-3, 1шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.).

Таблица 7.7 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
До 1,0	порошковый (серии ОП)
До 10,0	углекислотный (серии ОУ)

Согласно НПБ 105-03 помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу П-2а.

Таблица 7.8 – Категории помещений по пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
П-2а	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

В административном здании, где находится отдел промышленной экологии имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения и обеспечить срочную эвакуацию сотрудников в соответствие с планом эвакуации.

В данном разделе проведена оценка степени воздействия идентифицированных вредных и опасных факторов в процессе деятельности на инженера-эколога отдела промышленной экологии, и окружающую среду. Предложен комплекс мероприятий по пожарной безопасности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе проводили оценку риска здоровью населению г. Зеленогорска при наиболее опасном сценарии аварии на АО «ПО «ЭХЗ» с выбросом фтористого водорода 1400 г/с. Оценка степени поражения территории при выбросе фтористого водорода проводилась путем расчета зоны поражения по методике [29] и расчета рассеивания концентрации фтористого водорода при неблагоприятных метеорологических условиях по методике [23] с последующим сравнением с рефератным значением концентрации фтористого водорода при острых ингаляционных воздействиях.

Исходя из методики [29], зона поражения при заданных параметрах аварии не выходит за границы АО «ПО «ЭХЗ», не достигает административного, промышленного зданий и населенных пунктов. Общее количество пострадавших на территории АО «ПО «ЭХЗ» составляет 6 человек.

Используя расчет рассеивания выделяющегося фтористого водорода по методике [23] получено, что при выбросе 1400 г/с в течение 3 часов концентрация фтористого водорода в г. Зеленогорске будет достигать значение $2,8 \text{ мг/м}^3$. В работе показано, что данная концентрация превышает $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}$ и референтные значения концентрации фтористого водорода при острых ингаляционных воздействиях. Высокая концентрация фтористого водорода в атмосферном воздухе приводит к серьезным последствиям. Ингаляционным путем поступления в организм человека приводит к заболеваниям органов дыхания (отек легких), раздражающе действует на глаза, оказывает легкое наркотическое действие, тем самым создавая большую опасность развития их заболеваний. В зону риска при заданной аварии на территории г. Зеленогорска при повышенных порывах ветра с западного направления в первую очередь попадает 21 микрорайон, число пострадавших в данном микрорайоне может достигать до 500 человек. В этом случае зона поражения будет намного превышать рассчитанную по методике [29].

Таким образом, учитывая рассеивание фтористого водорода можно корректно оценить риск здоровью населения при аварийной ситуации, связанной с производством, хранением и/или транспортировкой фтористого водорода. Предлагаемый подход к оценке риска здоровью населения при острых ингаляционных воздействиях может быть использован для прогнозирования чрезвычайных ситуаций при производстве, хранении и/или транспортировке фтористого водорода и других опасных веществ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года: утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 года № 1662-р [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ifap.ru/ofdocs/rus/rus006.pdf>.
2. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года: утв. указом Президента Российской Федерации от 12 мая 2009 года № 537 [Электронный ресурс]. – URL: http://nvo.ng.ru/concepts/2009-05-15/7_strategy4.html.
3. Современная демографическая ситуация в стране. Аналитический материал Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstatsite/main/population/demography/>.
4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. – 268 с.
5. Онищенко Г.Г. Основные итоги и перспективы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения // Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей / под ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, акад. РАМН проф. А.И. Потапова. – М., Ярославль: Канцлер, 2012. – С. 30–40.
6. Федеральный закон от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», 1999.
7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов», 2003.
8. Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду», 2004.

9. Онищенко Г.Г. Актуальные аспекты анализа риска здоровью. Научно-практический журнал [Электронный ресурс]. – <http://fcrisk.ru/sites/default/files/upload/page/747/health-risk-analysis-2013-01.pdf>.
10. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".
11. Оценка риска угрозы здоровью населения Кемеровской области при ингаляционном воздействии вредных веществ / Н.Ю. Луговцова, С.С. Тимофеева // Энерго-ресурсоэффективность в интересах устойчивого развития: сборник научных трудов международной научной конференции «Энергоресурсоэффективность в интересах устойчивого развития» Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2018. – С. 312.
12. Учет влияния химического загрязнения атмосферы на заболеваемость населения г. Томска / Н.В. Жарчинский // Энерго-ресурсоэффективность в интересах устойчивого развития: сборник научных трудов международной научной конференции «Энергоресурсоэффективность в интересах устойчивого развития» Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2018. – С. 206–208.
13. Ингаляционные риски здоровью населения в районе Южного Прибайкалья в зоне воздействия алюминиевого производства / С.В. Иванова, И.Я. Рябчикова // Энерго-ресурсоэффективность в интересах устойчивого развития: сборник научных трудов международной научной конференции «Энергоресурсоэффективность в интересах устойчивого развития» Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2018. – С. 298–299.
14. В.В. Гасилин, Е.П. Бочаров, К.Х. Вахипов, Г.О. Попов, А.А. Айзатуллин. Санитарно-гигиеническая оценка атмосферного воздуха и оценка канцерогенного риска для здоровья населения в крупном промышленном городе// ЗНиСО, 2012. – Т. 241, № 4. – С. 42–44.

15. Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
16. СанПиН 1.2.2353 – 08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности». М, 2008. – 31с.
17. Г.Д. Коваленко, А.В. Хабарова (Пивень). Методические аспекты оценки экологического риска для здоровья населения при эксплуатации ТЭС Украины // Научные ведомости. Серия естественные науки, 2015. – Т. 212, № 15 – 10 с.
18. РД-03-26-2007 «Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ». Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 14.12.2007 г. № 859 (ТОКСИ-3); введены в действие с 25.01.2008 г.
19. Методика оценки последствий химических аварий (Методика «Токси». Редакция 2.2, 2001).
20. РД 03 – 03 – 409 – 01 «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей», утв. Постановлением Госгортехнадзора России от 26.06.01 № 25.
21. ГОСТ Р 12.3.047 – 2012 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля», утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2012 г. № 1971 – ст.
22. ОНД от 04.08.1986 № ОНД – 86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий».
23. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 06.06.2017 № 273 «Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе».

24. Н.А. Кудряшова, С.А. Фоменков. Автоматизация оценки риска заболевания людей под действием химических веществ в воздухе // Известия ВолгТГУ. – С. 49 –51
25. ГН 2.1.6.1338 – 03 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».
26. РД 52.04.186 – 89 «Фторид водорода. Отбор проб в барботеры».
27. РД 52.04.797 – 2014 «Массовая концентрация фторида водорода в пробах атмосферного воздуха. Методика измерений фотометрическим методом с использованием ксиленового оранжевого».
28. Идентификация опасностей и анализ риска производства плавиковой кислоты на Ульбинском металлургическом заводе / В.П. Шестаков, В.В. Меньшиков, А.А. Швыряев // Вестник РУДН. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности. 2007, № 1. с. 76 – 85.
29. Методические рекомендации по определению количества пострадавших при чрезвычайных ситуациях техногенного характера от 01.09.2007 г. № 1 – 4 – 60 – 9 – 9.
30. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015.
31. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, 2003.
32. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях, 2003.
33. ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК. Седьмое издание, 2002.
34. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение, 2011.
35. Специальная оценка условий труда в АО «ПО «ЭХЗ». 2018.
36. СН 2.2.4/2.1.8.562–96, Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, 1996.

37. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996.

38. ГОСТ Р 12.1.004–91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1), 1991.