

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
ООП/ОПОП: Защита в чрезвычайных ситуациях
Отделение контроля и диагностики

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Обеспечение промышленной безопасности на железнодорожном транспорте

УДК 658.345:656.2

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е91	Катомцев Кирилл Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Бородин Ю.В.	д.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Кашук И.В.	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Мезенцева И.Л.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	к.х.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП
по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном (-ых) языке (-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональных сферах
УК(У)-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
УК(У)-12	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека
ОПК(У)-2	Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления
ОПК(У)-3	Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом государственных требований в области обеспечения безопасности
ОПК(У)-4	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Общепрофессиональные компетенции университета	
ДОПК(У)-1	Способен ориентироваться в основных методах и системах обеспечения технологической безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен к выполнению работ по обеспечению безопасности объектов защиты
ПК(У)-2	Способен к использованию знаний при разработке мероприятий по обеспечению безопасности объектов экономики
ПК(У)-3	Способен к управлению системами обеспечения безопасности в структурных подразделениях организации
ПК(У)-4	Способен определять степень риска в зонах воздействия опасных природных и техногенных факторов
ПК(У)-5	Готов осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации

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
20.03.01 Техносферная безопасность
_____ А.Н. Вторушина
02.02.2023 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
1E91	Катомцев Кирилл Александрович

Тема работы:

Обеспечение промышленной безопасности на железнодорожном транспорте	
Утверждена приказом (дата, номер)	13.01.2023 №13-54/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2023 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	1. Железнодорожная цистерна с жидким аммиаком. 2. Режим работы циклический. 3. Материал цистерны – сталь. 4. Требования к функционированию (эксплуатации) объекта: обеспечение взрывобезопасности технологических процессов. Правила предназначены для применения: при разработке технологических процессов, слива или налива, проектировании, эксплуатации, капитальном ремонте.
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке	1. Аналитический обзор по литературным источникам с целью набора материала по предприятиям железнодорожной отрасли. 2. Анализ статистических данных по причинам возникновения аварий на железнодорожном транспорте.

	3. Оценка риска аварийной разгерметизации цистерны с аммиаком. 4. Расчет сил и средств для ликвидации чрезвычайной ситуации.
Перечень графического материала	Таблицы, рисунки, графики.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кащук Ирина Вадимовна
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	02.02.2023 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Бородин Ю.В.	д.т.н., доцент		02.02.2023 г.

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е91	Катомцев Кирилл Александрович		02.02.2023 г.

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
Уровень образования бакалавриат
Отделение контроля и диагностики
Период выполнения весенний семестр 2022/2023 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

Обучающийся:

Группа	ФИО
1E91	Катомцев Кирилл Александрович

Тема работы:

Обеспечение промышленной безопасности на железнодорожном транспорте

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.11.2022	Раздел «Особенности транспортировки жидкого аммиака железными дорогами»	5
08.12.2022	Раздел «Цистерны для перевозки жидкого аммиака»	15
22.12.2022	Раздел «Оценка риска последствий аварийной разгерметизации цистерны с опасным химическим веществом на железной дороге»	20
24.03.2022	Раздел «Оценка зоны поражения»	20
19.04.2023	Раздел «Расчет сил и средств для ликвидации «ЧС»	20
07.05.2023	Раздел «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
25.05.2023	Оформление и представление ВКР	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Бородин Ю.В.	д.т.н., доцент		02.02.2023

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	к.х.н.		04.02.2022

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E91	Катомцев Кирилл Александрович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему: «Обеспечение промышленной безопасности» состоит из текстового документа, выполненного на 80 страницах, содержит 3 рисунка, 22 таблиц и 18 источников.

Ключевые слова: транспортировка опасных грузов, жидкий аммиак, оценка риска, авария, промышленная безопасность.

Цель работы – провести оценку риска аварий с опасными химическими веществами при их транспортировке железной дорогой и рассчитать размеры возможных зон поражения и значения риска причинения ущерба жизни людей.

В процессе исследования была изучена технология транспортировки жидкого аммиака железнодорожным транспортом, изучена общая информация об анализе и оценке риска, произведена оценка рисков для наиболее вероятных и опасных процессов при перевозке жидкого аммиака.

В результате исследования был проведен анализ возможных причин и последствий аварий на железнодорожном транспорте, был рассмотрен технологический процесс транспортировки жидкого аммиака по железной дороге. Рассмотрены варианты сценариев развития аварий при разгерметизации цистерны с жидким аммиаком. Проведена оценка риска, выполнен расчет зоны поражения при аварийной ситуации и приведен расчет сил и средств для ликвидации чрезвычайной ситуации.

Определения, обозначения, сокращения

Химически опасный объект (ХОО) – опасный производственный объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества, при аварии на котором или при разрушении которого может произойти гибель или химическое поражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также химическое заражение окружающей природной среды;

Аварийно химически опасное вещество (АХОВ) – химические соединения, обладающие высокой токсичностью и способные при определённых условиях (в основном при авариях на химически опасных объектах) вызывать массовые отравления людей и животных, а также заражать окружающую среду.;

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, распространения заболевания, представляющего опасность для окружающих, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	12
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	14
1.1 Нормативно-правовая база в области предупреждения и ликвидации ЧС на железнодорожном транспорте	14
1.2 Транспортировка жидкого аммиака в железнодорожной цистерне	15
1.3 Особенности транспортировки жидкого аммиака железными дорогами ..	15
1.4 Жидкий аммиак	18
1.5 Жидкий аммиак в классификации опасных грузов	19
1.6 Цистерны для перевозки жидкого аммиака	19
1.6.1 Технология налива и слива жидкого аммиака	20
1.6.2 Техника безопасности налива и слива жидкого аммиака	22
1.7 Промышленная безопасность и охрана окружающей среды при транспортировке жидкого аммиака.....	23
2 ОЦЕНКА РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧС ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ И РАЗГРУЗКЕ АММИАКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ	26
2.1 Оценка риска последствий аварийной разгерметизации цистерны с опасным химическим веществом на железной дороге.	26
2.2 Оценка риска аварийной разгерметизации цистерны с аммиаком.....	29
2.4 Оценка зоны поражения	32
3 РАСЧЕТ СИЛ И СРЕДСТВ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ.....	34
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	38
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	39
4.1.1 Анализ конкурентных технических решений	39
4.1.2 SWOT-анализ.....	41
4.2. Планирование научно-исследовательских работ.....	44
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	44

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	46
4.3 Бюджет научно-технического исследования	49
4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования	50
4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования	51
4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	52
4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	54
4.3.5 Накладные расходы.....	55
4.3.6 Бюджет НИР	55
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	56
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	78
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	80

ВВЕДЕНИЕ

Грузооборот опасных химических веществ на железной дороге составляет до 30% перевозимых грузов, и с ними происходит более 7 аварий в год. Железнодорожный транспорт является одним из наиболее важных и массовых видов транспорта в России и мире. Он играет ключевую роль в грузовых и пассажирских перевозках, а также в экономическом развитии страны. Однако, как и любой другой вид транспорта, железнодорожный транспорт не является безопасным по своей природе. Риск возникновения аварий, происшествий и травм при эксплуатации железнодорожных объектов и транспорта всегда существует.

Промышленная безопасность на железнодорожном транспорте является важной задачей для обеспечения безопасности людей, окружающей среды и имущества в процессе перевозки грузов. Железнодорожный транспорт сегодня играет ключевую роль в мировой экономике и перевозит огромный объем грузов, включая опасные химические и нефтепродуктовые вещества. Однако, в процессе эксплуатации железных дорог существуют риски возникновения аварий и неисправностей, которые могут привести к чрезвычайным ситуациям.

Для обеспечения промышленной безопасности на железнодорожном транспорте используются различные методы и технологии, которые помогают предотвратить возникновение аварий и обеспечить быструю реакцию в случае их возникновения. Одной из основных задач является обеспечение безопасности перевозки опасных грузов, включая меры по их упаковке, маркировке и транспортировке. Также, важным аспектом является обеспечение безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта, включая пути, мосты, туннели и другие сооружения.

Для повышения эффективности системы промышленной безопасности на железнодорожном транспорте используется широкий спектр технических средств и методов, таких как автоматизированные системы контроля и управле-

ния движением поездов, системы мониторинга состояния инфраструктуры, системы оповещения и коммуникации в случае аварий и неисправностей оборудования и технических устройств, а также обучение персонала.

Актуальность работы обусловлена значимостью обеспечения промышленной безопасности на железнодорожном транспорте для общества и экономики страны. Несмотря на многолетний опыт эксплуатации железнодорожного транспорта, сохраняются определенные риски, связанные с нарушением промышленной безопасности.

Цель настоящей работы - провести оценку риска аварий с опасными химическими веществами при их транспортировке железной дорогой и рассчитать размеры возможных зон поражения и значения риска причинения ущерба жизни людей.

Задачи:

1. Изучить нормативно-правовые документы по транспортировке опасных грузов железнодорожным транспортом.
2. Выявить основные причины возникновения ЧС при транспортировке аммиака железнодорожным транспортом.
3. Провести оценку риска возникновения ЧС при транспортировке и разгрузке аммиака железнодорожным транспортом.
4. Провести расчет сил и средств для ликвидации ЧС.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Нормативно-правовая база в области предупреждения и ликвидации ЧС на железнодорожном транспорте

Нормативно-правовая база в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте включает в себя следующие документы:

1. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств (ПБ 09-540-03). Утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 05.05.03 № 29, зарегистрированным Минюстом России 15.05.03 г., регистрационный № 4537.
2. Федеральный закон от 10.01.03 № 17-ФЗ «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации».
3. Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации от 10.01.03 № 18-ФЗ.
4. ГОСТ Р 55980-2014. Управление рисками на железнодорожном транспорте
5. ГОСТ Р 51659-2000. Вагоны цистерны магистральных железных дорог колеи 1520 мм
6. Приказ от 15 декабря 2020 года № 528 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасного ведения газоопасных, огневых и ремонтных работ"

Все эти документы содержат общие требования и правила для предупреждения и ликвидации ЧС на железнодорожном транспорте, а также конкретные инструкции и рекомендации по действиям персонала и организации работ в чрезвычайных ситуациях.

1.2 Транспортировка жидкого аммиака в железнодорожной цистерне

Транспортировка опасных химических веществ, включая жидкий аммиак, является сложным и ответственным процессом. Железнодорожный транспорт является одним из самых распространенных и эффективных способов доставки таких веществ. Однако, в связи с опасностью химических веществ, необходимо соблюдение строгих требований по их транспортировке.

Основным средством для транспортировки жидкого аммиака является железнодорожная цистерна. Цистерны могут иметь различную вместимость и конструкцию, но общей для всех является необходимость обеспечения безопасности при транспортировке опасных веществ.

Для обеспечения безопасности при транспортировке жидкого аммиака в железнодорожной цистерне применяются различные технические и организационные меры. Одной из таких мер является обязательное наличие специального оборудования на цистернах, такого как клапаны безопасности, системы запирания и дренажные клапаны. Также важно соблюдение требований к упаковке, маркировке и документации для транспортировки опасных веществ.

Организационные меры по обеспечению безопасности включают проведение регулярных проверок и технических осмотров цистерн, а также обучение персонала, занятого в транспортировке опасных веществ. Кроме того, существует международное законодательство, регулирующее транспортировку опасных грузов, которое также является важным фактором обеспечения безопасности [1].

1.3 Особенности транспортировки жидкого аммиака железными дорогами

Транспортировка жидкого аммиака железнодорожным транспортом является одним из наиболее распространенных способов перемещения данного вещества на большие расстояния. Однако такой вид транспортировки имеет свои особенности и требует соблюдения ряда мер безопасности.

Одной из особенностей является то, что жидкий аммиак является опасным грузом, требующим соблюдения особых правил и норм безопасности при транспортировке. Например, цистерны, предназначенные для транспортировки жидкого аммиака, должны соответствовать определенным требованиям, которые устанавливаются в соответствии с международными и национальными нормативными документами.

Еще одной особенностью является то, что жидкий аммиак является крайне коррозионным веществом, что может приводить к проблемам с оборудованием и инфраструктурой железнодорожных путей. Для предотвращения таких проблем применяются специальные покрытия и материалы при изготовлении цистерн, а также проводятся регулярные проверки и технические обслуживания.

Перевозка жидкого аммиака железнодорожными путями имеет свои плюсы и минусы. Рассмотрим некоторые из них:

Плюсы перевозки жидкого аммиака железнодорожными путями:

- 1) Большая грузоподъемность: Железнодорожные цистерны могут перевозить значительные объемы жидкого аммиака, что позволяет осуществлять массовые поставки этого вещества.
- 2) Доступность и развитая инфраструктура: Железнодорожные пути простираются по большой территории и обеспечивают доступ к множеству пунктов загрузки и выгрузки. Имеющаяся инфраструктура, такая как железнодорожные станции и терминалы, позволяет эффективно организовывать процесс перевозки.
- 3) Безопасность: Железнодорожные цистерны, предназначенные для перевозки опасных грузов, включая жидкий аммиак, обычно имеют высокий уровень безопасности. Они оснащены специальными системами и механизмами, предотвращающими утечку и разбрызгивание, а также системами пожаротушения.
- 4) Экономическая эффективность: В сравнении с другими видами транспорта, перевозка жидкого аммиака по железной дороге может быть экономически выгодной. Благодаря большим грузоподъемностям и

оптимальному использованию железнодорожной инфраструктуры, можно достичь снижения затрат на перевозку.

Минусы перевозки жидкого аммиака железнодорожными путями:

- 1) Ограничения маршрутов: Железнодорожные пути имеют определенные ограничения в выборе маршрутов по сравнению с другими видами транспорта. Это может ограничить гибкость в планировании пути перевозки и доставки аммиака до конечного пункта назначения.
- 2) Возможность задержек и перерывов: Возможны задержки и перерывы в перевозке жидкого аммиака железнодорожными путями, связанные с различными факторами, такими как технические поломки поездов, ограничения движения, ремонтами и т.д. Эти задержки могут повлиять на своевременность поставки аммиака и создать неудобства для получателей.
- 3) Риск аварийных ситуаций: Несмотря на высокий уровень безопасности железнодорожных цистерн, существует некий риск возникновения аварийных ситуаций, таких как столкновения, сходы с рельсов или повреждение цистерн. В случае таких событий может возникнуть опасность утечки аммиака и возгорания.
- 4) Ограниченные возможности доставки до отдаленных мест: В отдаленных или труднодоступных районах может быть ограничено наличие железнодорожной инфраструктуры. Это может создавать сложности в доставке жидкого аммиака до таких мест, требуя дополнительных мер по обеспечению транспортировки.
- 5) Влияние на окружающую среду: Несмотря на соблюдение мер безопасности, в случае аварийных ситуаций возможно загрязнение окружающей среды жидким аммиаком. Это может иметь негативные последствия для экологии и здоровья людей, особенно если инцидент происходит вблизи населенных пунктов или водных ресурсов.

В целом, перевозка жидкого аммиака железнодорожными путями имеет свои преимущества и ограничения. Важно принимать все необходимые меры для обеспечения безопасности и минимизации воздействия на окружающую среду во время перевозки этого опасного груза [2].

1.4 Жидкий аммиак

Жидкий аммиак (NH_3) является химическим веществом, которое можно классифицировать как сильный яд и один из наиболее опасных веществ для транспортировки. В газообразном состоянии аммиак обладает едким запахом и вызывает сильное раздражение глаз, носа и горла. При вдыхании газа в больших количествах возможны серьезные последствия для здоровья человека, включая ожоги дыхательных путей и даже смерть.

Жидкий аммиак, как и газообразный, является сильным раздражителем глаз и дыхательных путей. При попадании на кожу жидкий аммиак может вызвать ожоги, а также привести к серьезным ожогам дыхательных путей при длительном воздействии. Кроме того, аммиак является высоко реактивным веществом и может привести к взрыву или пожару при неправильной транспортировке или хранении.

В Российской Федерации ПДК жидкого аммиака определена в соответствии с СанПиН 2.2.8/2.2.4.1191-03 "Гигиенические требования к воздуху рабочей зоны" и ГН 2.2.5.1314-03 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в атмосферном воздухе рабочей зоны".

Согласно указанным нормативным документам, предельно допустимая концентрация аммиака в воздухе рабочей зоны составляет:

- Среднесменная ПДК (8 часов) - 0,02 мг/м³ (миллиграмм на кубический метр);
- ПДК КВД (кратковременная воздействующая) (15 минут) - 0,05 мг/м³ [3].

1.5 Жидкий аммиак в классификации опасных грузов

Жидкий аммиак относится к опасным грузам, и имеет свою классификацию в железнодорожном транспорте. Согласно международным стандартам, жидкий аммиак относится к классу 2 - газы, а также к категории А (вещества с высокой степенью опасности) и категории 2 (вещества, которые могут вызывать значительный вред здоровью людей при коротком воздействии).

В соответствии с этой классификацией, транспортировка жидкого аммиака на железнодорожном транспорте регулируется специальными правилами и требованиями безопасности. Важно учитывать все возможные риски, связанные с перевозкой опасных грузов, и принимать все необходимые меры для минимизации этих рисков и обеспечения безопасности перевозок.

1.6 Цистерны для перевозки жидкого аммиака

Цистерны для перевозки жидкого аммиака на железнодорожном транспорте имеют свои особенности, которые связаны с безопасностью перевозки опасных грузов. Обычно для этой цели используются специальные железнодорожные цистерны, которые соответствуют требованиям правил безопасности при эксплуатации железнодорожных вагонов-цистерн для перевозки жидкого аммиака.

Одной из важнейших особенностей цистерн для перевозки жидкого аммиака является их конструктивная особенность, позволяющая обеспечить максимальную безопасность при транспортировке опасного груза. Для этого цистерны оснащаются различными элементами, такими как крышки, клапаны, запорные устройства и другие элементы, позволяющие исключить утечку газа или жидкости в аварийной ситуации.

Также цистерны имеют специальную изоляцию, которая позволяет сохранять температуру груза в необходимых пределах. Это особенно важно для жидкого аммиака, который при неправильном хранении или перевозке может превратиться в газообразное состояние и стать источником возгорания.

Кроме того, цистерны для перевозки жидкого аммиака проходят специальную проверку и сертификацию в соответствии с международными и национальными стандартами. В процессе эксплуатации цистерн регулярно проводятся технические осмотры и ремонтные работы, чтобы обеспечить безопасность транспортировки опасных грузов [4].



Рисунок 1 - Цистерна для перевозки жидкого аммиака

1.6.1 Технология налива и слива жидкого аммиака

Налив и слив жидкого аммиака являются важной частью процесса транспортировки этого опасного груза по железнодорожным путям. Правильное выполнение этих процедур является необходимым условием для обеспечения безопасности перевозки и защиты окружающей среды от возможных аварийных ситуаций.

Налив жидкого аммиака в цистерну происходит через соответствующий наливной патрубок, который расположен на верхней части цистерны. При этом необходимо соблюдать ряд мер предосторожности, чтобы избежать возможных аварийных ситуаций. Прежде всего, необходимо убедиться в том, что наливной патрубок цистерны полностью открыт и находится в исправном состоянии.

Также следует убедиться в том, что налив жидкого аммиака осуществляется в соответствии с требованиями нормативных документов, которые регулируют процесс транспортировки опасных грузов по железным дорогам.

После окончания процедуры налива жидкого аммиака в цистерну происходит ее герметизация и установка соответствующих уплотнений на наливном патрубке. Далее происходит транспортировка цистерны с жидким аммиаком по железнодорожным путям.

Слив жидкого аммиака из цистерны происходит на станции назначения или на промежуточных станциях, если это необходимо. При выполнении процедуры слива необходимо соблюдать те же меры предосторожности, что и при наливке. Особое внимание следует уделить моменту отсоединения шлангов и других устройств, связанных с процессом слива жидкого аммиака. Для минимизации риска возникновения аварийных ситуаций на станциях назначения должны быть обеспечены специальные площадки для слива жидкого аммиака, оснащенные всем необходимым оборудованием.

В процессе налива и слива жидкого аммиака необходимо следить за температурой окружающей среды и не допускать превышения допустимых значений, так как это может привести к повышенному давлению в цистерне и, как следствие, к возможности аварийной ситуации.

Одним из важных моментов является правильное подключение насоса и обеспечение его надежной работы. Также необходимо обеспечить правильное соединение между цистерной и насосом, чтобы избежать утечек.

При сливе жидкого аммиака из цистерны необходимо использовать специальные шланги, которые должны быть надежно закреплены и защищены от механических повреждений. Также необходимо обеспечить правильное соединение шлангов между собой и с приемным резервуаром.

При проведении процедур налива и слива жидкого аммиака необходимо соблюдать все требования, указанные в инструкциях по безопасной эксплуата-

ции цистерн и оборудования. Также необходимо обеспечить наличие квалифицированных специалистов, обученных работе с опасными грузами и знакомых с особенностями транспортировки жидкого аммиака [5].

1.6.2 Техника безопасности налива и слива жидкого аммиака

Техника безопасности при наливе и сливе жидкого аммиака играет важную роль в предотвращении возможных аварий и происшествий. Правильное выполнение процедур налива и слива должно соответствовать нормативным документам, регулирующим перевозку опасных грузов.

Перед началом процедуры налива и слива необходимо проверить состояние цистерны и оборудования, используемого для налива и слива. Для этого следует провести визуальный осмотр, проверить наличие дефектов, целостность и исправность всех узлов и механизмов. Также необходимо убедиться в правильности выбора места для налива и слива, которое должно соответствовать требованиям техники безопасности.

При наливе и сливе жидкого аммиака следует соблюдать особые меры предосторожности. Одежда и обувь персонала должны быть защитными, соответствующими нормативам и правилам безопасности. Персонал, занимающийся наливом и сливом, должен быть подготовлен, иметь необходимые знания и умения, а также проходить периодическое обучение.

Один из основных элементов техники безопасности при наливе и сливе жидкого аммиака - это использование защитных средств. В качестве защитных средств могут использоваться маски, респираторы, очки и другие средства индивидуальной защиты. Также необходимо обеспечить наличие средств пожаротушения и провести инструктаж по их применению.

При наливе и сливе жидкого аммиака следует соблюдать правила работы с электричеством, избегая использования электрооборудования в зоне налива и слива. Кроме того, необходимо провести заземление и зануление цистерны для предотвращения статического электричества.

Важным элементом техники безопасности при наливе и сливе является контроль за уровнем налива и слива. Уровень жидкости не должен превышать допустимых значений, а процедура налива и слива должна проводиться с максимальной осторожностью, чтобы исключить возможность разбрызгивания и выброса жидкого аммиака в окружающую среду. Для контроля за уровнем используются различные приборы и средства, такие как мерный стержень, градуированные меры, датчики уровня и др.

Кроме того, необходимо проводить процедуру налива и слива только в специально оборудованных местах, имеющих необходимые системы безопасности, такие как датчики протечки, системы вентиляции и т.д. Перед началом процедуры необходимо также убедиться в исправности и герметичности оборудования и транспортных средств.

Важно также обеспечить персонал, занятый наливом и сливом жидкого аммиака, необходимыми средствами индивидуальной защиты, такими как защитные очки, перчатки, специальная одежда и дыхательные аппараты. Обучение персонала технике безопасности и проведение регулярных тренировок также являются важными мерами для обеспечения безопасности налива и слива жидкого аммиака [6].

1.7 Промышленная безопасность и охрана окружающей среды при транспортировке жидкого аммиака

Промышленная безопасность и охрана окружающей среды являются важными аспектами при грузовой перевозке жидкого аммиака. Ввиду опасных свойств этого вещества, необходимо принимать меры для предотвращения аварийных ситуаций, защиты персонала и минимизации воздействия на окружающую среду.

Одной из основных задач промышленной безопасности при перевозке жидкого аммиака является обеспечение надежности и безопасности цистерн, используемых для транспортировки. Цистерны должны соответствовать соответ-

ствующим стандартам и требованиям, быть исправными, герметичными и оборудованными необходимыми системами безопасности, такими как датчики уровня, системы протечки и пожаротушения.

Также важно обеспечить правильную обработку и хранение жидкого аммиака перед его погрузкой на транспортное средство. Это включает соблюдение правил взрывозащиты, предотвращение возможности разбрызгивания и утечек, а также контроль температуры и давления в процессе обработки и хранения.

При грузовой перевозке жидкого аммиака необходимо обеспечить правильную фиксацию цистерн на транспортном средстве, чтобы предотвратить их перемещение и потенциальное повреждение во время движения. Транспортные средства, используемые для перевозки, должны соответствовать требованиям безопасности и оборудованы необходимыми системами, такими как системы пожаротушения и специальные устройства для разгрузки.

Следует также уделить внимание обучению персонала, работающего с жидким аммиаком. Они должны быть ознакомлены с правилами безопасности, процедурами действий в случае аварийных ситуаций, использованием средств индивидуальной защиты и применением необходимых техник безопасности.

Охрана окружающей среды при грузовой перевозке жидкого аммиака включает в себя предотвращение загрязнения почвы, воды и воздуха. При планировании маршрута следует учитывать экологически водоохранные и природоохранные территории. Также необходимо соблюдать требования к минимальным расстояниям от населенных пунктов, водоемов, заповедников и других экологически важных объектов.

Важным аспектом охраны окружающей среды при перевозке жидкого аммиака является предотвращение утечек и выбросов. Цистерны должны быть герметичными, а персонал должен строго соблюдать правила налива, слива и обработки аммиака. При обнаружении утечки или возникновении аварийной ситуации необходимо немедленно принимать меры по ликвидации и предотвращению дальнейшего распространения аммиака.

Также следует учитывать возможность пожара. Жидкий аммиак является горючим веществом, и его перевозка должна соответствовать требованиям пожарной безопасности. В транспортных средствах и на станциях перегрузки необходимо иметь системы пожаротушения, а персонал должен быть обучен процедурам эвакуации и тушения пожара.

Для предотвращения загрязнения водных объектов при разливе или утечке жидкого аммиака следует применять соответствующие меры. На транспортных средствах и на станциях перегрузки должны быть предусмотрены средства для ликвидации утечек, например, абсорбенты или специальные барьеры, предотвращающие распространение аммиака.

Наконец, необходимо иметь планы аварийного реагирования, которые определяют последовательность действий при возникновении аварийных ситуаций, включая утечки, пожары и другие чрезвычайные ситуации. Персонал должен быть обучен и осведомлен о таких планах, чтобы быстро и эффективно реагировать на аварийные ситуации и минимизировать их воздействие на окружающую среду [7].

2 ОЦЕНКА РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧС ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ И РАЗГРУЗКЕ АММИАКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

2.1 Оценка риска последствий аварийной разгерметизации цистерны с опасным химическим веществом на железной дороге.

Оценка риска последствий аварийной разгерметизации цистерны с жидким аммиаком на железной дороге является важным этапом при перевозке опасных грузов и позволяет определить необходимые меры предосторожности и управления рисками, связанными с аварийными ситуациями.

Жидкий аммиак - это очень опасное химическое вещество, которое при попадании в глаза, кожу или дыхательные пути может вызвать серьезные ожоги и отравление. Поэтому, при перевозке жидкого аммиака на железной дороге необходимо учитывать многие факторы, включая состояние цистерны, квалификацию и опытность персонала, условия хранения, маршрут и места, где возможны аварийные ситуации.

Для проведения оценки риска необходимо учитывать следующие факторы:

1. Состояние цистерны:

Цистерна, предназначенная для перевозки жидкого аммиака, должна соответствовать всем нормам и требованиям безопасности, а также быть в хорошем состоянии. Необходимо учитывать возможные проблемы, связанные с коррозией, механическими повреждениями, устаревшими материалами и т.д.

2. Вероятность аварии:

Оценка вероятности возникновения аварийной ситуации должна учитывать многие факторы, такие как состояние железнодорожных путей, погодные условия, опыт и квалификацию персонала, состояние оборудования и т.д.

3. Характеристики жидкого аммиака:

Жидкий аммиак имеет высокую токсичность, может вызвать серьезные ожоги и отравление при попадании в глаза, кожу или дыхательные пути. Оценка

риска должна учитывать меры, принятые для снижения риска при перевозке этого вещества, такие как упаковка, маркировка и т.д.

4. Последствия разгерметизации:

Необходимо оценить возможные последствия разгерметизации цистерны с жидким аммиаком. Это может включать в себя здоровье и безопасность людей, окружающей среды и инфраструктуры. Разгерметизация жидкого аммиака может привести к образованию опасной области с повышенной концентрацией газа, что может вызвать отравление дыхательных путей и серьезные ожоги при контакте с кожей и глазами. В зависимости от масштаба и места разгерметизации, это может привести к эвакуации людей, остановке деятельности организаций и задержанию транспортных потоков.

5. Технические характеристики:

Жидкий аммиак - это бесцветная, летучая жидкость с едким запахом, которая легко превращается в газ при комнатной температуре и атмосферном давлении. Он используется в промышленности как удобрение, сырье для производства химических соединений и холодильное средство. Жидкий аммиак имеет плотность около 0,681 г/см³ и температуру кипения -33,34°C. При контакте с водой образует щелочное растворение аммиака, который также является опасным веществом.

6. Меры предосторожности:

При работе с жидким аммиаком необходимо принимать меры предосторожности, такие как использование защитной одежды, очков и респираторов, обучение персонала по безопасному обращению с этим веществом и соблюдение правил техники безопасности. При перевозке жидкого аммиака необходимо упаковывать его в специальные цистерны и маркировать их в соответствии с требованиями безопасности. В случае разгерметизации необходимо немедленно принимать меры по обеспечению безопасности людей и окружающей среды, а также по устранению утечки и очистке зоны от загрязнений.

Таблица 1 – Статистика железнодорожных аварий за 7 лет

Год	Всего аварий грузовых и пассажирских поездов	Количество погибших при авариях, чел.	Количество пострадавших при авариях, чел.	Аварии с выбросом (угрозой выброса) опасных химических веществ
2019	31	4	Не менее 31	Не менее 7
2018	18	26	197	Не менее 5
2017	14	9	164	Не менее 8
2015	7	0	4	Не менее 3
2014	11	7	23	Не менее 1
2013	16	2	3	Не менее 1
2012	8	1	7	Не менее 2

Таблица 2 – Частота разгерметизации железнодорожных цистерн

Частота разгерметизации					
Мгновенный выброс всего содержимого	Продолжительный выброс из цистерны через отверстие, соответствующее размеру наибольшего соединения	Полный разрыв сливно-наливного рукава	Утечка из сливно-наливного рукава через отверстие с эффективным диаметром 10% от номинального диаметра, максимум 50 мм	Полное разрушение жесткого сливно-наливного устройства	Утечка из жесткого сливно-наливного устройства через отверстие с эффективным диаметром 10% от номинального диаметра, максимум 50 мм
$5 \cdot 10^{-8} \text{ год}^{-1}$	$5 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$	$4 \cdot 10^{-6} \text{ ч}$	$4 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$	$3 \cdot 10^{-8} \text{ ч}^{-8}$	$3 \cdot 10^{-8} \text{ ч}^{-7}$

$1 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$	$5 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}$	$4 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$	$4 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$	$3 \cdot 10^{-8} \text{ ч}^{-8}$	$3 \cdot 10^{-8} \text{ ч}^{-7}$
------------------------------------	------------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

Возникновение пожара под цистерной может привести к мгновенному выбросу всего содержимого с образованием огненного шара (при перевозке взрывопожароопасных жидкостей и сжиженных газов). Частота возникновения аварий данного типа по причине локальных утечек из соединительных шлангов оценивается величиной $1 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ для цистерн под избыточным давлением и $1 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ для цистерн при атмосферном давлении [8].

2.2 Оценка риска аварийной разгерметизации цистерны с аммиаком

Оценка риска последствий аварийной разгерметизации цистерны с жидким аммиаком на железной дороге является важным этапом при перевозке опасных грузов и позволяет определить необходимые меры предосторожности и управления рисками, связанными с аварийными ситуациями.

Жидкий аммиак - это очень опасное химическое вещество, которое при попадании в глаза, кожу или дыхательные пути может вызвать серьезные ожоги и отравление. Поэтому, при перевозке жидкого аммиака на железной дороге необходимо учитывать многие факторы, включая состояние цистерны, квалификацию и опытность персонала, условия хранения, маршрут и места, где возможны аварийные ситуации.

Для проведения оценки риска необходимо учитывать следующие факторы:

1. Состояние цистерны:

Цистерна, предназначенная для перевозки жидкого аммиака, должна соответствовать всем нормам и требованиям безопасности, а также быть в хорошем состоянии. Необходимо учитывать возможные проблемы, связанные с коррозией, механическими повреждениями, устаревшими материалами и т.д.

2. Вероятность аварии:

Оценка вероятности возникновения аварийной ситуации должна учитывать многие факторы, такие как состояние железнодорожных путей, погодные условия, опыт и квалификацию персонала, состояние оборудования и т.д.

3. Характеристики жидкого аммиака:

Жидкий аммиак имеет высокую токсичность, может вызвать серьезные ожоги и отравление при попадании в глаза, кожу или дыхательные пути. Оценка риска должна учитывать меры, принятые для снижения риска при перевозке этого вещества, такие как упаковка, маркировка и т.д.

4. Последствия разгерметизации:

Необходимо оценить возможные последствия разгерметизации цистерны с жидким аммиаком. Это может включать в себя здоровье и безопасность людей, окружающей среды и инфраструктуры. Разгерметизация жидкого аммиака может привести к образованию опасной области с повышенной концентрацией газа, что может вызвать отравление дыхательных путей и серьезные ожоги при контакте с кожей и глазами. В зависимости от масштаба и места разгерметизации, это может привести к эвакуации людей, остановке деятельности организаций и задержанию транспортных потоков.

5. Технические характеристики:

Жидкий аммиак - это бесцветная, летучая жидкость с едким запахом, которая легко превращается в газ при комнатной температуре и атмосферном давлении. Он используется в промышленности как удобрение, сырье для производства химических соединений и холодильное средство. Жидкий аммиак имеет плотность около $0,681 \text{ г/см}^3$ и температуру кипения $-33,34^\circ\text{C}$. При контакте с водой образует щелочное растворение аммиака, который также является опасным веществом.

При выбросе жидкого аммиака последствия аварии будут

зависеть от уровня подготовки оператора, от надежности и эффективности локализирующих систем, а также систем сигнализации и связи. Поэтому веро-

ятности, характеризующие развитие аварийной ситуации железнодорожной цистерны для каждого из рассматриваемых сценариев, определялись с использованием дерева причин.

«Дерево причин» для определения вероятностей сценариев дальнейшего развития аварийных ситуаций железнодорожной цистерны показана на рисунке 2 [9].

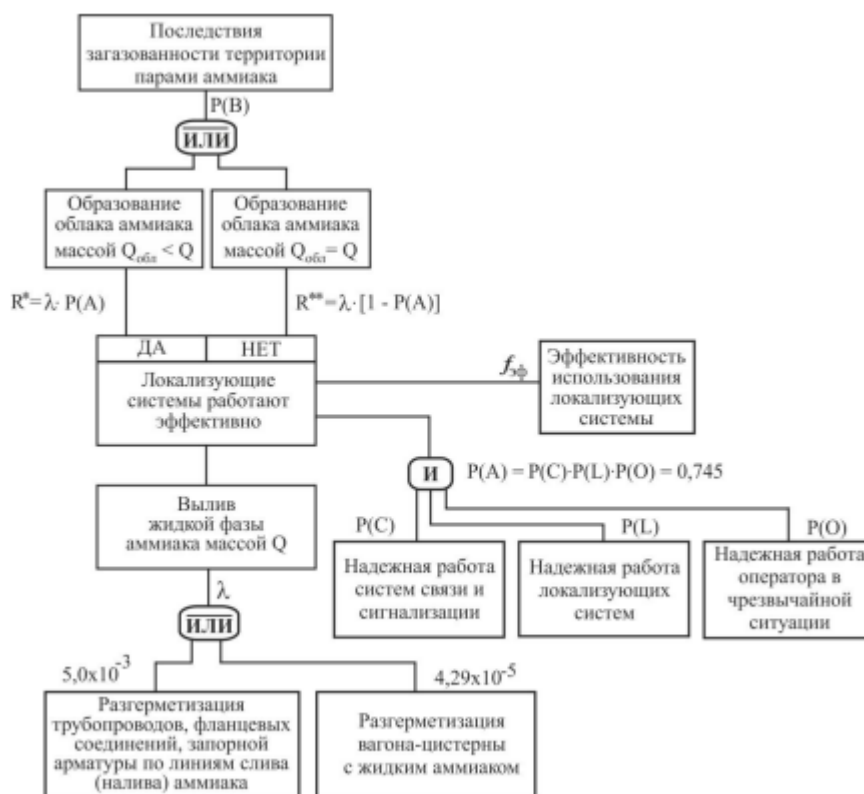


Рисунок 2 - Дерево причин

Следовательно, учитывая рассчитанную на основе дерева отказов вероятность разгерметизации вагона-цистерны $4,7 \times 10^{-4} \text{ год}^{-1}$ и вероятность нахождения ее в течение года на эстакаде 0,0913, получим частоту исходного события - разгерметизация вагона-цистерны с аммиаком на эстакаде, которая составит $\lambda = 4,29 \times 10^{-5} \text{ год}^{-1}$ [9].

Дерево событий — это графическая диаграмма, которая используется для анализа и оценки последствий различных событий, связанных с разрушением цистерны.

На рисунке 3 представлено дерево событий при аварийной разгерметизации цистерны, где показаны сценарии развития аварийной ситуации. Наиболее

вероятным неблагоприятным сценарием, как видно из рисунка 3 будет рассеяние/заражение территории ПГВ-облаком аммиака.



Рисунок 3 - Дерево событий при аварийной разгерметизации цистерны

2.4 Оценка зоны поражения

Для оценки зоны поражения используя РД 52.04.253-90 рассчитаем на каком расстоянии через 1 час после аварии будет сохраняться опасность поражения населения в зоне химического заражения при разгерметизации железнодорожной цистерны (модель 15-1201-02) с жидким аммиаком емкостью грузоподъемностью 42 тонны.

Решение

1. Поскольку метеоусловия и выброс неизвестны, то, согласно п.1,5 принимается: метеоусловия - инверсия, температура воздуха- 20°C, скорость ветра - 1 м/с, выброс равен общему количеству вещества, содержащегося в емкости, – 42 т.

2. По формуле (1) [10] определяем эквивалентное количество вещества в первичном облаке:

$$Q_{э1} = 0,18 \times 0,04 \times 1 \times 1 \times 42 = 0,3 \text{ т.}$$

3. По формуле (12) [10] определяем время испарения аммиака:

$$T = \frac{(0,05 \times 0,681)}{0,025 \times 1 \times 1} = 1,4 \text{ ч.}$$

4. По формуле (5) [10] определяем эквивалентное количество вещества во вторичном облаке:

$$Q_{э2} = (1 - 0,18) \times 0,025 \times 0,04 \times 1 \times 1 \times 1^{0,8} \times 1 \times \frac{42}{0,05 \times 0,681} = 1 \text{ т.}$$

5. По приложению 2 [10] для 0,3 т интерполированием находим глубину заражения для первичного облака аммиака:

$$\Gamma_1 = 1,25 + \left(\frac{3,16 - 1,25}{0,5 - 0,1} \times 0,3 \right) = 2,68 \text{ км.}$$

6. Аналогично для 1 т находим глубину заражения для вторичного облака аммиака 4,75 км.

7. Полная глубина зоны заражения:

$$\Gamma = 4,75 + 2,68 \times 0,5 = 6,1 \text{ км.}$$

8. По формуле (7) [10] находим предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс через час после аварии:

$$\Gamma_{\Pi} = 1 \times 5 = 5 \text{ км.}$$

Таким образом, глубина зоны возможного заражения через 1 ч после аварии составит 5 км.

9. По формуле 9 [19] находим площадь заражения:

$$S_B = 8,72 \times 10^{-3} \times 5^2 \times 180 = 39,24 \text{ км}^2.$$

11. Площадь фактического заражения S_{ϕ} (км²) находим по формуле 10 [10]:

$$S_a = 0,081 \times 5^2 \times 1^{0,2} = 2,03 \text{ км}^2$$

11. По формуле 12 [19] определим продолжительность поражающего действия:

$$T = \frac{0,05 \times 0,681}{K_2 K_4 K_7}$$
$$T = \frac{0,05 \times 0,681}{0,025 \times 1 \times 1} = 1,5 \text{ ч}$$

Таким образом, через 1 ч после аварии облако зараженного воздуха может представлять опасность для населения, проживающего на расстоянии до 5 км, продолжительность поражающего действия будет составлять 1,5 часа. [10].

3 РАСЧЕТ СИЛ И СРЕДСТВ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ

Объем песка для обвалования разлива по всему периметру с необходимыми параметрами насыпи (допускается, что разлив имеет форму круга) определяется по формуле:

$$V_{\text{гр}} = 2\pi R \times \frac{a+b}{2} \times h, \quad (3.1)$$

где $V_{\text{гр}}$ – объем грунта, м^3 ;

$\frac{a+b}{2} \times h$ – ширина насыпи у основания, поверху и высота, м.

При этом принимается размер насыпи по верху = 0,5 м, ширина насыпи у основания = 2 м, высота насыпи (глубина разлива АХОВ + 0,2 м).

$$6,28 \times 88,3 \times \frac{0,5}{2} \times 0,25 = 173,3 \text{ м}^2$$

Суммарная производительность техники, необходимой для перемещения грунта в заданное время (1/ч), определяется по формуле:

$$П_c = \frac{V_{\text{гр}} \times K_y \times K_p}{T} \quad (3.2)$$

Где $П_c$ - суммарная производительность, /ч;

$V_{\text{гр}}$ - общий объем грунта, ;

K_y - коэффициент условий работы (день – 2, ночь – 4);

K_p - коэффициент разрыхления грунта (равен 1,2);

T - заданное время на выполнение задачи, ч.

$$П_c = \frac{17,3 \times 2 \times 1,2}{1} = 415,9 \text{ м}^3$$

Количество машин для выполнения данного объема работ в заданное время определяется по формуле:

$$N = \frac{П_c}{П} \quad (3.3)$$

где - необходимое количество машин данного типа;

$П_c$ - суммарная производительность, /ч;

$П$ - производительность имеющегося типа техники, /ч.

$$N = \frac{415,9}{230} = 2 \text{ машины}$$

HOWO A7 – серия крупнотоннажных грузовых автомобилей бескапотной компоновки с колесной формулой «4×2», «6×2», «6×4» или «8×4», с грузоподъемностью 40 тонн, разработанных компанией «SinoTruk».

Таблица 3 – Расчет численности для ликвидации аварий при утечки аммиака

№ п/п	Состав	Ед. изм.	Количество работников привлекаемых к ликвидации аварии.
1	2	3	4
1	Аварийно-спасательное формирование	чел.	Начальник службы - 1; маш.экскаватора- 1; водитель авто. повышенной проходимости –1; водитель самосвала-1.)
	Итого:		
	при односменной работе	чел.	4
	при двухсменной работе	чел.	13/в резерве 5 (начальник службы –1, 2 водителя, 3 лин.труба)

Таблица 4 – Расчет количества технического обеспечения аварийно-спасательного формирования при аварийной утечке

№ п/п	Наименование (тип) технического средства	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
1	2	3	4	5
1.	Автобус (автомобиль), повышенной проходимости	шт.	1	
2.	Мобильная радиостанция	шт.	1	
3.	Самосвал	шт.	2	
4.	Деревянные и железные лопаты	шт.	4	
5.	Носилки	шт.	1	
6.	Набор искробезопасного инструмента	шт.	1	
Дополнительно при двухсменной работе				
11.	Комплект взрывобезопасных осветительных приборов	комп.	2	
12.	Вагон-дом	шт.	1	

Экипажи машин (4 человека) ставящих водяную завесу и разбавляющих пролив аммиака, а также водители самосвалов при подъезде к месту ЧС, работают в изолирующих средствах защиты совместно с изолирующим противогазом (СИЗОД - АСВ-2, КИП-8, КИП-9 и КИХ - 4, КИХ - 5). Забор грунта осуществляется с территории завода. Обвалование производится по всему периметру разлива. Создаются насыпи из грунта высотой, достаточной для предотвращения растекания аммиака [11].

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

Студенту:

Группа		ФИО	
1E91		Катомцев Кирилл Александрович	
Школа	ИШНКБ	Отделение Школа	Контроля и диагностики
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды 30 %</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	<i>Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ</i>
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	<i>Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования</i>
3. <i>Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	<i>Расчет бюджетной стоимости НИ</i>
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	<i>Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.</i>

Перечень графического материала

1. <i>Оценка конкурентоспособности ИР</i>
2. <i>Матрица SWOT</i>
3. <i>Диаграмма Ганта</i>
4. <i>Бюджет НИ</i>
5. <i>Основные показатели эффективности НИ</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кащук Ирина Вадимовна	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E91	Катомцев Кирилл Александрович		

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Введение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Цель данной НИ (ВКР) – провести моделирование аварийных ситуаций с опасными химическими веществами при их транспортировке железной дорогой и рассчитать размеры возможных зон поражения и значения риска причинения ущерба жизни людей.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Необходимость проведения систематического анализа конкурирующих разработок обусловлена тем, что рынки находятся в постоянном движении. Важно правильно оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов для того, чтобы было возможно внести корректировки в научно-исследовательский проект для успешного противостояния конкурентам.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования;
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов.

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

На железнодорожном транспорте существует несколько конкурирующих систем обеспечения безопасности, которые предлагают различные методы и подходы к решению задач по обеспечению безопасности на железнодорожных путях.

Одной из таких систем является техническое обеспечение безопасности на железнодорожных путях, которое включает в себя использование современных технологий и оборудования для обнаружения и устранения возможных проблем на железнодорожных путях, а также контроля за движением поездов.

Однако существует и другая система обеспечения безопасности на железнодорожных путях - это система безопасности на основе процедур. Эта система заключается в обучении и тренировке персонала, работающего на железнодорожном транспорте, на соблюдение определенных процедур и инструкций.

В таблице 4.1 представлен анализ конкурентных технических решений, существующих на рынке.

Таблица 4.1 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность
		Б _ф	Б _{к1}	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Актуальность исследования	0,1	5	3	0,5	0,3
2. Использование недочетов технологического процесса	0,15	4	4	0,56	0,56
3. Надежность	0,14	5	3	0,7	0,42
4. Эффективность работы	0,18	5	4	0,3	0,24
5. Безопасность	0,14	5	4	0,8	0,64
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Цена	0,14	4	3	0,48	0,36
2. Конкурентоспособность	0,15	5	4	0,25	0,2
Итого	1	33	25	3,59	2,72

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5

– наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что наиболее конкурентоспособной системой обеспечения безопасности является усовершенствованная система, так как направлена на то, чтобы устранить уязвимые места в существующей системе безопасности.

4.1.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которой описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Прогрессивное и всестороннее законодательство в сфере промышленной безопасности.	Сл1. Отсутствие у сотрудников интереса к выполнению обязанностей по промышленной безопасности.
С2. Успешные мероприятия по обеспечению безопасности на опасном производственном объекте.	Сл2. Нехватка квалифицированных кадров в данной области.
С3. Выполнение работ согласно инструкциям и регламенту.	Сл3. Необходимость проводить ППР только при остановке процесса

С4. Стаж, возраст и высокая квалификация сотрудников.	
Возможности	Угрозы
В1. Спрос на полученные результаты исследования	У1. Снижение стоимости разработок конкурентов.
В2. Эффективное выполнение законов в области промышленной безопасности.	У2. Ведение дополнительных или новых государственных требований в области промышленной безопасности;
В3. Эффективное использование методов исследования для обеспечения безопасности на опасном производственном объекте.	У3. Ухудшение конкурентной ситуации..

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 4.3–4.6.

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	-	+	+	-
	В2	+	+	0	0
	В3	+	+	+	+

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	В1	0	-	+
	В2	-	-	-
	В3	-	-	-

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта					
Угрозы про- екта		C1	C2	C3	C4
	У1	-	+	-	+
	У2	+	+	+	-
	У3	-	+	-	+

Таблица 4.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта				
Угрозы про- екта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	-	-
	У2	-	-	0
	У3	-	-	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 4.7.

Таблица 4.7 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта С1. Прогрессивное и всестороннее законодательство в сфере промышленной безопасности. С2. Успешные мероприятия по обеспечению безопасности на опасном производственном объекте. С3. Выполнение работ согласно инструкциям и регламенту. С4. Стаж, возраст и высокая квалификация сотрудников.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта Сл1. Отсутствие у сотрудников интереса к выполнению обязанностей по промышленной безопасности. Сл2. Нехватка квалифицированных кадров в данной области Сл3. Необходимость проводить ППР только при остановке процесса
Возможности	В результате успешного использования сотрудниками методов,	При отсутствии квалифицированных специалистов и халатном

В1. Спрос на полученные результаты исследования. В2. Эффективное выполнение законов в области промышленной безопасности. В3. Эффективное использование методов исследования для обеспечения безопасности на опасном производственном объекте.	направленных на предупреждения и ликвидацию аварийной ситуации, соответствующих законодательству Российской Федерации, повыситься безопасность на опасном производственном объекте.	отношении к обучению основным правилам и регламентам сотрудников, велик риск возникновения аварийной ситуации
Угрозы Угрозы: У1. Отсутствие спроса на данные методы; У2. Введение дополнительных или новых государственных требований в области промышленной безопасности У3. Ухудшение конкурентной ситуации	Введение дополнительных или новых требований в области промышленной безопасности влияет на технологичность методов	Самой большой угрозой для проекта является введение дополнительных или новых требований в области промышленной безопасности. Это непосредственно влияет на актуальность проекта.

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества исследуемого объекта преобладают над его недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

4.2. Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;

- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения работ	Инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Изучение литературы и конкурентных решений в данной сфере	Инженер
	4	Выбор метода блокировки	Инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проектирование блокиратора пусковых кнопок	Инженер, научный руководитель
	6	Подготовка чертежей для изготовления	Инженер
	7	Изготовление промышленного блокиратора пусковых кнопок	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Проведение расчетов и обоснований по теме ВКР	Инженер
	9	Анализ полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{mini}} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (4.1)$$

где $t_{\text{ож}i}$ — ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

t_{mini} — минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\text{max}i}$ — максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (4.2)$$

где T_{pi} — продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{\text{ож}i}$ — ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

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

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (4.3):

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (4.3)$$

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

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

$k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (4.4)$$

где $T_{кал}$ – общее количество календарных дней в году; $T_{вых}$ – общее количество выходных дней в году; $T_{пр}$ – общее количество праздничных дней в году (2023 год).

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож\text{и}}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	2	-	4	-	2,8	-	2,8	4
2. Календарное планирование выполнения работ	1	3	3	4	1,8	3,4	2,6	4
3. Изучение литературы и конкурентных решений в данной сфере	-	6	-	10	-	7,6	7,6	11
4. Выбор метода блокировки	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
5. Проектирование блокиратора пусковых кнопок	2	6	4	8	2,8	6,8	4,8	7
6. Подготовка чертежей для изготовления	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
7. Изготовление промышленного блокиратора пусковых кнопок	-	15	-	20	-	17	17	25
8. Проведение расчетов и обоснований по теме НИР	-	10	-	15	-	12	12	18
9. Анализ полученных результатов	2	3	4	5	2,8	3,8	3,3	5
10. Составление пояснительной записки		8		10	-	8,8	8,8	13
Итого:	7	59	15	84	13,5	68,5	68,5	102

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – инженер.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 4.10).

Таблица 4.10 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	T_{ki} кал. дн.	Продолжительность работ											
				февр			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	4												
2	Календарное планирование выполнения работ	Исп1 Исп2	4	 											
3	Изучение литературы и конкурентных решений в данной сфере	Исп2	11												
4	Выбор метода блокировки	Исп2	6												
5	Проектирование блокиратора пусковых кнопок	Исп1 Исп2	7			 									
6	Подготовка чертежей для изготовления	Исп2	9												
7	Изготовление промышленного блокиратора пусковых кнопок	Исп2	25												
8	Проведение расчетов и обоснований по теме НИР	Исп2	18												
9	Анализ полученных результатов	Исп1 Исп2	5									 			
10	Составление пояснительной записки	Исп2	13												

Примечание:  – Исп. 1 (научный руководитель),  – Исп. 2 (инженер)

4.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для изготовительных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;

- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при изготовлении промышленного блокиратора пусковых кнопок. Результаты расчета затрат представлены в таблице 4.11.

Таблица 4.11 – Затраты на изготовление промышленного блокиратора

Наименование статей	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Итого затраты, руб.
Бумага А4	пачка	1	350	350
Картридж для принтера	шт	1	1550	1550
Тетрадь формата А4, 80 листов	шт	1	110	110
Карандаш простой	шт	2	15	30
Ручка шариковая	шт	1	30	30
Ручка гелевая	шт	1	70	70
Папка-файл	шт	5	10	50
Папка-скоросшиватель	шт	2	25	50
Степлер	шт	1	50	50
Итого:				1940

4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (4.5)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m, \quad (4.6)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

Таблица 4.12 – Затраты на оборудование

Наименование оборудования	Кол-во ед.	Срок полезного использования, лет	Время использования, мес.	H_A , %	Цена оборудования, руб.	Амортизация
Компьютер, в т.ч.;	1	4	0,1	6	15650	2347,5
Системный блок	1	5	0,16	7	8990	1348,5
Монитор	1	3	0,1	5	3550	532,5
Манипулятор-мышь	1	4	0,16	6	350	52,5
Клавиатура	1	5	0,1	4	690	103,5
Сетевой фильтр	1	3	0,16	5	230	34,5
Принтер	1	5	0,1	8	2600	390,0

Итого:						4809,0
--------	--	--	--	--	--	--------

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $З_{осн}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p, \quad (4.7)$$

где $З_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 4.9).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} = \frac{45968 \cdot 10,4}{192} = 2490 \text{ руб}, \quad (4.8)$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней;
 M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

– при отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;

– при отпуске в 56 раб. дней – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{\partial n} = \frac{Z_m \cdot M}{F_o} = \frac{15600 \cdot 11.2}{212} = 824 \text{ руб} \quad (4.9)$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_m = Z_{mc} \cdot (1 + k_{np} + k_o) k_p = 22000 \cdot (1 + 0.3 + 0.3) \cdot 1.3 = 45968 \text{ руб} \quad (4.10)$$

– для инженера:

$$Z_m = Z_{mc} \cdot (1 + k_{np} + k_o) k_p = 8000 \cdot (1 + 0.3 + 0.2) \cdot 1.3 = 15600 \text{ руб}, \quad (4.11)$$

где Z_{mc} – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; k_{np} – премиальный коэффициент, равен 0,3; k_o – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2; k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 4.13 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52/14	104/14
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48/5	24/10
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 4.14 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$З_{мс}, руб$	k_{np}	k_o	k_p	$З_m, руб$	$З_{он}, руб$	$T_p, раб.дн.$	$З_{осн}, руб$
Руководитель	22000	0,3	0,3	1,3	45968	2490	13,5	33615
Инженер	8000	0,3	0,2	1,3	15600	824	68,5	56444
Итого:								90059

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,15 \cdot 33615 = 5042,25 \text{ руб.} \quad (4.12)$$

– для инженера:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,15 \cdot 56444 = 8466,6 \text{ руб.} \quad (4.13)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{внеб} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (33615 + 5042,25) = 11597,2 \text{ руб.} \quad (4.14)$$

– для инженера:

$$З_{внеб} = k_{внеб} (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (56444 + 8466,6) = 19473,2 \text{ руб.} \quad (4.15)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2023 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

4.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 4.15 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
4809	1940	90059	13508,8	31070,4	141387,2

Величина накладных расходов определяется по формуле (4.16):

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}} = \left(\frac{141387,2}{5} \right) \cdot 0,2 = 5655,5 \text{ руб}, \quad (4.16)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

4.3.6 Бюджет НИР

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИ «Защита оборудования от несанкционированного включения» по форме, приведенной в таблице 4.16. В таблице также представлено определение бюджета затрат двух конкурирующих научно-исследовательских проектов.

Таблица 4.16 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
		Текущий Проект	
1	Материальные затраты НИР	1940	Пункт 4.2.3.1
2	Затраты на специальное оборудование	4809	Пункт 4.2.3.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	90059	Пункт 4.2.3.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	13508,5	Пункт 4.2.3.3
5	Отчисления во внебюджетные фонды	31070,4	Пункт 4.2.3.4
6	Накладные расходы	5655,5	Пункт 4.2.3.5
Бюджет затрат НИР		147042, 4	Сумма ст. 1- 6

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

$$I_{\text{финр}}^{\text{тек.пр.}} = \frac{\Phi_{\text{тек.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{147042,4}{147042,4} = 1$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 4.17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект
1. Безопасность при использовании блокиратора	0,15	5
2. Надежность	0,3	5
3. Помехоустойчивость	0,2	4
4. Механические свойства	0,2	4
5. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4
ИТОГО	1	4,45

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,15 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 4,45$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{p-\text{исп.i}}}{I_{\text{финр.i}}} = \frac{4,45}{1} = 4,45$$

Таблица 4.18 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий про- ект
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1
2	Интегральный показатель ресурсоэф- фективности разработки	4,45
3	Интегральный показатель эффективно- сти	4,45
4	Сравнительная эффективность вариан- тов исполнения	1

Из этого можно сделать вывод, что использование данной технологии является достаточно эффективным способом решения задачи, описанной в работе, учитывая финансовые и ресурсные ограничения.

Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных промышленных блокираторов пусковых кнопок является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество календарных дней для выполнения работ составляет 102 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 98 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 20 дней.

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 147042, 4 руб.

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 1, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,45;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 4,45, что является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
1E91		Катомцев Кирилл Александрович	
Школа		Отделение (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Тема ВКР:

Обеспечение промышленной безопасности на железнодорожном предприятии	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	<i>Объект исследования:</i> железнодорожная цистерна <i>Область применения:</i> перевозка опасных грузов <i>Рабочая зона:</i> Железнодорожные пути, железнодорожная станция. <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> Объем ж/д цистерны до 151,5 м³, грузоподъемность до 125 тонн, вместительность легковоспламеняющихся жидкостей до 34000 литров, железнодорожные пути <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> слив жидкостей, налив жидкостей, разгерметизация цистерны,
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	ГОСТ Р 51659-2000. Вагоны-цистерны магистральных железных дорог колеи 1520 мм; <u>ГОСТ 9.032-74 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения;</u> Гост 10674-2022 Вагоны цистерны. Общие технические условия; Приказ от 25 сентября 2020 года N 652н. Об утверждении Правил по промышленной безопасности при эксплуатации объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта.
2. Производственная безопасность при эксплуатации: – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Опасные факторы: 1. Механические опасности, связанные с движущимися объектами; 2. Тепловое воздействие, которое может привести к опасному нагреву цистерны; 3. Сход с рельс из-за неисправных железнодорожных путей; 4. Разгерметизация за счет коррозионного разрушения. Вредные факторы: 1. Работы в газоопасных местах; 2. Природные факторы (землетрясение, пожар, оползни;

	3. Повышенный уровень шума, вибрации; 4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; 5. Падающие с высоты предметы и инструменты Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: использование специальных костюмов, перчаток, беруши, наушники, защитные очки или щиток, техническое обслуживание и восстановление неисправных механизмов, ограждения.
3. Экологическая безопасность при эксплуатации	Воздействие на селитебную зону: железнодорожные поезда могут создавать значительный уровень шума, особенно при прохождении через населенные пункты. Воздействие на литосферу: при аварии возможна утечка аммиака, что повлияет на загрязнение почвы; Воздействие на гидросферу: попадание загрязняющих веществ в сточные воды при дегазации цистерн; Воздействие на атмосферу: загрязнение атмосферы при попадании в нее газов, паров аммиака и других вредных веществ.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	Возможные ЧС: Природные явления (наводнения, землетрясения, оползни, обвалы, и т.д.); Техногенные аварии (авария при столкновении движущихся объектов, что повлечет сход с рельс и тем самым может привести к утечке опасных жидкостей) Наиболее типичная ЧС: разгерметизация железнодорожных цистерн за счет коррозионного разрушения или столкновении в другой движущийся объект.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е91	Катомцев Кирилл Александрович		

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Работа человека на опасном производственном объекте нередко приводит к получению различных травм и заболеваний. Для предотвращения или уменьшения воздействия вредных и опасных факторов на работника существует наука о промышленной безопасности.

Целью данного раздела является анализ опасностей, действующих как на человека, так и на окружающую среду при эксплуатации железнодорожных цистерн при перевозке опасных грузов, а именно аммиака.

Грузооборот опасных химических веществ на железной дороге составляет до 30% перевозимых грузов, и с ними происходит более 7 аварий в год.

Рассматриваемая рабочая зона – железнодорожные пути, по которым идет транспортировка цистерн с объемом до 151,5 м³ с грузоподъемностью до 125 тонн и вместительностью легковоспоменяющихся жидкостей до 34000 литров.

Работа машиниста заключается в обслуживании и эксплуатации подвижных составов, регулярное осматривание их на наличие неисправностей и своевременный ремонт [12].

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Федеральный закон от 07.07.2003 № 115-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» регулирует вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов, включая железнодорожные цистерны, используемые для перевозки опасных грузов.

Закон определяет требования к техническому состоянию опасных производственных объектов, в том числе железнодорожных цистерн, а также к организации их эксплуатации. В соответствии с законом, эксплуатация железнодорожных цистерн должна проводиться с соблюдением требований по обеспечению их промышленной безопасности, предотвращению аварийных ситуаций и ликвидации их последствий.

Закон также устанавливает ответственность за нарушения требований по обеспечению промышленной безопасности на опасных производственных объектах, включая железнодорожные цистерны, в том числе административную, гражданско-правовую и уголовную ответственность.

Организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации железнодорожных цистерн в РФ включают:

- 1) Разработку и соблюдение процедур и правил безопасности, связанных с эксплуатацией железнодорожных цистерн,
- 2) Регулярное проведение технического обслуживания и ремонта железнодорожных цистерн,
- 3) Организацию контроля за техническим состоянием железнодорожных цистерн и проведение необходимых мер по их устранению,
- 4) Проведение обучения персонала, работающего с опасными грузами и железнодорожными цистернами, правилам безопасности при эксплуатации этих объектов,
- 5) Разработку и внедрение современных технологий и методов диагностики и контроля технического состояния железнодорожных цистерн,
- 6) Соблюдение требований к страхованию ответственности за причинение вреда третьим лицам при эксплуатации железнодорожных цистерн, перевозящих опасные грузы [13].

Производственная безопасность

При выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту устройств связи на работников могут воздействовать опасные и вредные производственные факторы, установленные ГОСТ 12.0.003, обладающие свойствами физического, химического, психофизиологического воздействия на организм человека. Классификация» могут иметь место следующие факторы, представленные в таблице 1:

Таблица 1 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на территории резервуарного парка

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1. Механические опасности, связанные с движущимися объектами	ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности
2. Тепловое воздействие, которое может привести к опасному нагреву цистерны	Постановление Госгортехнадзора России от 21.05.2003 N 34 Об утверждении Правил безопасности при эксплуатации железнодорожных вагонов-цистерн для перевозки жидкого аммиака
3. Сход с рельс из-за неисправных железнодорожных путей	ГОСТ Р 55980-2014. Управление рисками на железнодорожном транспорте
4. Разгерметизация за счет коррозионного разрушения	ГОСТ Р 51659-2000. Вагоны цистерны магистральных железных дорог колеи 1520 мм
5. Работы в газоопасных местах	ГОСТ Р 12.4.131-2017 "Система стандартов безопасности труда. Работы в газоопасных пространствах. Общие требования безопасности".
6. Природные факторы (землетрясение, пожар, оползни)	ГОСТ Р 22.0.03-2020. Национальный стандарт Российской Федерации. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения
7. Повышенный уровень шума, вибрации	ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности
8. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов
9. Падающие с высоты предметы и инструменты	ГОСТ Р 58208-2018. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Система индивидуальной защиты от падения с высоты.

1) Механические опасности, связанные с движущимися объектами.

Основной опасностью при нахождении работника на железнодорожных путях, на перегонах и на территориях железнодорожных станций являются движущиеся объекты.

Железнодорожной спецификой, усугубляющей возможность получения травмы и тяжесть ее последствия, являются:

- отсутствие возможности маневра движущихся объектов;
- очень большой тормозной путь у движущихся с высокой скоростью железнодорожных составов;
- невозможность подъезда или быстрого прибытия служб скорой медицинской помощи или медицинских катастроф.

Вот несколько мероприятий по защите от механических опасностей на железной дороге:

Обеспечение безопасности на переездах. На всех переездах должны быть установлены шлагбаумы и светофоры, а также предупреждающие знаки о приближении к переезду.

Контроль за состоянием железнодорожных путей. Железнодорожные пути должны регулярно осматриваться на предмет повреждений и деформаций.

Проверка технического состояния поездов. Пассажирские и грузовые поезда должны проходить регулярное техническое обслуживание и проверку перед отправкой.

2) Тепловое воздействие, которое может привести к опасному нагреву цистерны

Если цистерна подвергается тепловому воздействию, это может привести к опасному нагреву, особенно если она содержит воспламеняющиеся жидкости или газы.

Наиболее типичные профессиональные заболевания или травмы, которые работник может получить в результате воздействия фактора:

- 1) Ожоги кожи и тканей - в случае, если тепловое воздействие на цистерну приведет к ее нагреву до высокой температуры, работник может получить ожоги кожи и тканей.
- 2) Тепловой удар - при работе в условиях высокой температуры, например, при нагреве цистерны, работники могут подвергаться риску теплового удара, который может привести к серьезным последствиям, включая обморок и потерю сознания.
- 3) Гипертонический криз - высокая температура окружающей среды может вызвать повышение кровяного давления, что может привести к гипертоническому кризу.

Опасный нагрев цистерны, содержащей легковоспламеняющиеся жидкости или газы, может привести к возникновению пожара или взрыва. Для предотвращения таких ситуаций необходимо принимать меры по защите от теплового воздействия:

Использование теплоизоляционных материалов. Цистерны, которые транспортируют легковоспламеняющиеся жидкости или газы, могут быть оборудованы специальными теплоизоляционными материалами, которые позволяют уменьшить теплоотдачу и предотвратить опасный нагрев.

Использование охлаждающей жидкости. Некоторые цистерны, особенно те, которые используются для транспортировки газов, могут быть оборудованы системами охлаждения, которые позволяют уменьшить температуру внутри цистерны и предотвратить опасный нагрев.

Использование термоустойчивых материалов. Цистерны могут быть изготовлены из специальных термоустойчивых материалов, которые позволяют уменьшить риск опасного нагрева.

- 3) Сход с рельс из-за неисправных железнодорожных путей.

Основные причины сходов подвижного состава с рельсов

Наиболее типичные профессиональные заболевания или травмы, которые работник может получить в результате воздействия фактора:

1. Травмы костей и суставов - при сходе с рельс работники могут получить травмы костей и суставов, включая переломы, вывихи и растяжения.
2. Повреждения мягких тканей - сход с рельса может привести к повреждению мягких тканей, включая ссадины, ушибы и раны.
3. Повреждение органов внутренней полости - при сильном ударе внутренние органы могут получить травмы, что может привести к внутреннему кровотечению и другим серьезным заболеваниям.
4. Психологические последствия - профессиональная деформация может привести к психологическим последствиям, включая тревогу, депрессию и посттравматический стрессовый синдром (ПТСС).

Из большого многообразия сходов подвижного состава с рельсов можно выделить наиболее типичные случаи сходов:

- Уширение колеи из-за отжатия гребнем колеса одного из рельсов и провал другого колеса внутрь колеи.
- Неисправности стрелочных переводов, при которых п.3.15 ПТЭ запрещает их дальнейшую эксплуатацию.
- Действие большой поперечной боковой силы от колеса, способной отжать рельс; это - главное условие.

Для защиты от таких ситуаций необходимо принимать меры по улучшению качества путей и регулярно проводить проверки. Ниже перечислены некоторые мероприятия, которые можно применять:

Регулярная проверка путей. Железнодорожные пути должны регулярно проверяться на предмет неисправностей, таких как трещины, изломы, деформации и т.д.

Применение современных технологий. Например, использование лазерного сканирования путей позволяет выявлять неисправности с высокой точностью, что уменьшает риск схода с рельсов.

Проведение регулярной очистки путей. На пути могут накапливаться различные загрязнения, которые могут повлиять на качество путей.

Проведение испытаний. Испытания железнодорожных путей позволяют проверить их качество и выявить проблемы, которые могут привести к сходу с рельсов.

4) Разгерметизация за счет коррозионного разрушения.

Разгерметизация за счет коррозионного разрушения происходит, когда материал, используемый для уплотнения, становится неспособным сохранять герметичность из-за воздействия коррозии. Коррозия может происходить из-за воздействия различных факторов, таких как влага, кислоты, щелочи и другие агрессивные среды.

Наиболее типичные профессиональные заболевания или травмы, которые работник может получить в результате воздействия фактора:

1. Отравление - при коррозии металла в цистерне, вещества, которые перевозятся, могут быть загрязнены, что может привести к отравлению работников, которые находятся поблизости.
2. Ожоги - при разгерметизации цистерны, жидкость может выливаться и вызвать ожоги у работников, которые находятся поблизости.
3. Повреждения дыхательной системы - при разгерметизации цистерны, пары и газы могут выделяться в воздух, что может привести к повреждениям дыхательной системы работников.
4. Повреждение кожи - контакт с загрязненными веществами может привести к раздражению кожи, ссадинам, ушибам и другим травмам.

Для защиты от коррозии и разгерметизации железнодорожных цистерн можно применять следующие мероприятия:

Регулярный мониторинг состояния цистерн. Необходимо регулярно проверять состояние цистерн и проводить диагностику на предмет коррозии и других дефектов.

Проведение периодических обслуживаний и ремонта цистерн. Регулярное обслуживание и ремонт цистерн позволяет своевременно выявлять и устранять дефекты, что может предотвратить разгерметизацию.

Применение специальных покрытий и защитных пленок. Нанесение на поверхность цистерны специальных защитных покрытий и пленок может предотвратить коррозию и уменьшить риск разгерметизации.

5) Работа в газоопасных местах.

Работа в газоопасных местах может привести к различным профессиональным заболеваниям и травмам. Наиболее типичные из них:

1. Отравление газом. Это может привести к серьезным проблемам со здоровьем, включая удушье, боли в груди, головокружение, тошноту и рвоту.
2. Различные виды травм. Работа в газоопасных местах может привести к различным видам травм, таким как ушибы, переломы, раны, ожоги и т.д.
3. Расстройства дыхательной системы. Вдыхание газов может привести к различным расстройствам дыхательной системы, таким как бронхит, пневмония, хроническая болезнь легких и даже рак легких.

Для безопасного проведения газоопасных работ следует обеспечить:
последовательность и режим выполнения газоопасной работы;
контроль за состоянием воздушной среды;
принятие мер, исключающих допуск на место проведения газоопасной работы лиц, не занятых ее выполнением.

6) Природные факторы (землетрясение, пожар, оползни).

Работники, которые работают в зонах, подверженных природным катастрофам, могут быть подвержены риску получения различных профессиональных заболеваний и травм, включая:

1. Травмы и повреждения тела, связанные с падением и разрушением зданий, землетрясением, оползнями и другими природными катастрофами.
2. Ожоги и отравления, связанные с пожарами, которые могут возникнуть в результате природных катастроф.
3. Психологические последствия, связанные с переживанием природных катастроф, такие как посттравматический стрессовый синдром и другие психические расстройства.

ЧС природного характера складываются под воздействием природных явлений - стихийных бедствий.

Для защиты работников от природных факторов необходимо принимать ряд мероприятий, направленных на предотвращение и снижение возможных рисков. Некоторые из этих мероприятий включают в себя:

1. Проведение инспекций рабочих мест и зданий для обнаружения потенциальных опасностей и их устранения.
2. Установка систем предупреждения и оповещения для своевременного предупреждения о приближающихся природных катастрофах.
3. Установка систем автоматического тушения пожаров для своевременного тушения возможных возгораний.
4. Установка систем защиты и обеспечения безопасности, таких как специальные барьеры и укрытия, чтобы защитить работников от падающих предметов и обломков зданий.

7) Повышенный уровень шума, вибрации.

Повышенный уровень шума и вибрации является одним из факторов производственной среды, которые могут негативно влиять на здоровье и благополучие работников. Шум представляет собой звук, который превышает уровень фонового шума и может создавать дискомфорт, нарушать концентрацию и приводить к слуховым потерям и другим заболеваниям уха.

Вибрация – это колебания, передаваемые от механических систем и оборудования на тело человека.

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты.

Внезапные шумы высокой интенсивности, даже кратковременные (взрывы, удары и т.п.), могут вызвать как острые нейросенсорные эффекты (головокружение, звон в ушах, снижение слуха), так и физические повреждения (разрыв барабанной перепонки с кровотечением, поражения среднего уха и улитки).

Приведем некоторые допустимые уровни шума и вибрации для общей ориентации:

- 1) Для работников, занятых на производстве, допустимый уровень шума не должен превышать 80 дБА, а для работников, занятых на работах, связанных с повышенными рисками, - 75 дБА.
- 2) Для ручных электроинструментов и механических приспособлений допустимые уровни вибрации не должны превышать 5 м/с².
- 3) Для стационарных машин и оборудования, допустимые уровни вибрации зависят от типа оборудования и способа его установки, но обычно не должны превышать 2-4 м/с².

8) Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

Если значение напряжения в электрической цепи повышается, то существует риск замыкания цепи через тело человека. Это может привести к серьезным последствиям для здоровья, включая ожоги, повреждение органов и даже смерть. Поэтому необходимо соблюдать меры предосторожности при работе с электричеством, такие как использование защитной электроодежды и инструментов, изоляция проводов и правильное заземление оборудования.

Для предотвращения возможности замыкания электрической цепи через тело человека, необходимо соблюдать правила безопасности при работе с электричеством. Это включает в себя использование качественного электроинструмента и оборудования, которое соответствует нормам безопасности. Также необходимо обеспечить правильное заземление проводов и оборудования, а также избегать прикосновения к проводам без защитных перчаток и ботинок с изоляцией. Важно быть внимательным и осторожным при работе с электричеством, чтобы избежать серьезных травм и последствий для здоровья [14].

9) Падающие с высоты предметы и инструменты.

Один из наиболее распространенных видов профессиональных травм, связанных с падением предметов и инструментов с высоты, - это повреждения головы и тела. Вот несколько типичных примеров:

- 1) Сотрясение мозга: это наиболее распространенное повреждение, которое может произойти при падении предметов на голову работника.
- 2) Переломы и растяжения: падение тяжелых предметов может привести к переломам костей, растяжениям связок и мышц.
- 3) Повреждения глаз: падающие инструменты могут привести к травмам глаз, включая повреждения роговицы, катаракту и другие проблемы зрения.
- 4) Травмы позвоночника: при падении с большой высоты можно получить травму позвоночника, что может привести к длительному инвалидному состоянию.

Для предотвращения падающих предметов и инструментов можно использовать различные методы, такие как специальные защитные сетки, ограждения, защитные экраны, а также правильное хранение и использование инструментов и материалов. Кроме того, важно проводить регулярную инспекцию и обслуживание оборудования, чтобы избежать возможных поломок и выпадения инструментов со временем [15].

Экологическая безопасность при эксплуатации

Загрязнение атмосферного воздуха.

Аммиак является одним из веществ, которые могут вызвать загрязнение атмосферного воздуха. Когда аммиак выходит в атмосферу в виде паров, он может приводить к следующим проблемам:

1. Формирование смога: аммиак может реагировать с другими веществами, такими как оксиды азота, формальдегид и другие загрязнители, и образовывать смог, что может привести к плохому качеству воздуха и повышенной смертности.
2. Кислотные дожди: аммиак может реагировать с кислотными веществами в атмосфере, такими как оксиды серы и азота, и образовывать кислоту, которая падает на землю вместе с дождевыми осадками, что приводит к ухудшению качества почвы и воды.
3. Воздействие на здоровье: вдыхание паров аммиака может вызывать раздражение глаз, носа и горла, а также вызывать проблемы с дыханием и другие заболевания.

Для снижения загрязнения атмосферного воздуха парами аммиака необходимо принимать соответствующие меры, такие как использование более эффективных систем очистки воздуха, использование более экологически чистых технологий, а также соблюдение правил по перевозке и хранению аммиака [16].

Загрязнение почвы. При разгерметизации цистерны аммиак может выходить в окружающую среду в виде газа или жидкости, попадать на поверхность почвы и проникать в ее верхние слои.

. Высокие концентрации аммиака могут привести к убийству микроорганизмов, необходимых для обеспечения питательных веществ растениям, и уменьшению роста растительности.

Кроме того, аммиак может проникать в грунтовые воды и загрязнять их, что приведет к еще более серьезным последствиям для окружающей среды и здоровья людей.

Для предотвращения загрязнения почвы в результате разгерметизации железнодорожной цистерны с жидким аммиаком необходимо принимать меры

по обеспечению безопасности при транспортировке и хранении опасных веществ. Это может включать использование специальных контейнеров и оборудования, регулярные проверки на предмет утечек и повреждений, а также обучение персонала, работающего с такими веществами, правильной технике безопасности [17].

Загрязнение воды. При попадании аммиака в воду он начинает реагировать с водными компонентами и превращаться в ионы аммония (NH_4^+) и аммонийного гидроксида (NH_4OH). Высокие концентрации аммония могут привести к изменению кислотно-щелочного баланса воды, что может привести к смерти многих видов водных организмов. Более того, аммиак может приводить к уменьшению концентрации кислорода в воде, что может привести к смерти рыб и других живых организмов.

Кроме того, аммиак может стать источником питательных веществ для водных растений и водорослей, что может привести к бурному росту этих организмов, известному как эвтрофикация. Это может привести к снижению концентрации кислорода в воде и смерти большого количества водных организмов.

Селитебная зона. Эксплуатация железнодорожных составов может оказывать воздействие на селитебную зону, особенно в случаях, когда железнодорожные пути проходят через жилые районы или находятся близко к жилым зданиям. Учитывая, что для значительной части развитых стран железнодорожный транспорт стал основным транспортным средством, например, метро, трамвай и пригородные поезда, такой параметр, как шум, имеет особое значение. Он вызывает много негативных факторов, таких как нарушение сна, изменение поведения, повышение возбудимости, бессонницу и т. д. Все это напрямую зависит от интенсивности шума, частоты и его продолжительности.

При работе тепловозов наибольший шум производят выхлопные трубы двигателя, который достигает 100-110 дБ. Даже на расстоянии 50 м от железной дороги внешний шум железнодорожного подвижного состава составляет 83-89

дБ. Основным источником шума вагонов являются удары колес по точкам стыковки и неровности рельсов, а также трение ходовой поверхности и гребня колес об рельсы [18].

Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чаще всего происходит сход подвижного состава с рельсов, столкновения, наезды на препятствия на переездах, пожары и взрывы непосредственно в вагонах. Не исключаются размыты железнодорожных путей, обвалы, оползни, наводнения. При перевозке опасных грузов, таких как газы, легковоспламеняющиеся, взрывоопасные, едкие, ядовитые и радиоактивные вещества, происходят взрывы, пожары цистерн и других вагонов. Ликвидировать такие аварии довольно сложно.

Состав железных дорог считался наиболее безопасным видом транспорта. Однако более строгий анализ показывает, что по показателям безопасности движения железнодорожный транспорт занимает третье место после автомобильного и воздушного. Статистические данные последних лет свидетельствуют о значительном числе пострадавших и погибших в результате крушений пассажирских поездов. Аварийные ситуации при перевозке по железным дорогам опасных и особо опасных грузов приводят к значительным разрушениям, заражению местности и поражению токсичными веществами больших масс людей.

ЧС может возникнуть в результате разгерметизации железнодорожных цистерн, которая может быть вызвана как коррозионным разрушением, так и столкновением с другим движущим объектом. Рассмотрим оба случая более подробно:

Коррозионное разрушение.

Железнодорожные цистерны, используемые для транспортировки жидких и газообразных грузов, обычно изготавливаются из металла, такого как сталь. Однако, с течением времени и при воздействии окружающей среды, металл может начать корродировать, что приводит к появлению дыр и трещин в стенках цистерн. Если эти повреждения не обнаруживаются и не устраняются

вовремя, то могут возникнуть утечки груза, что может привести к возгоранию или взрыву, а также к возможному загрязнению окружающей среды.

Столкновение с другим движущим объектом.

Если железнодорожная цистерна сталкивается с другим движущимся объектом, например, с другим поездом или автомобилем, то это может привести к разгерметизации цистерны и утечке груза. Это может произойти из-за повреждения стенок цистерны, разрушения клапанов или других систем, отвечающих за сохранность груза. В такой ситуации может возникнуть опасность для окружающих людей и для окружающей среды.

Выводы по разделу:

В результате выполнения работы были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения при эксплуатации железнодорожных цистерн при перевозке опасных грузов, а именно аммиака. Рассмотрели какие на данном объекте исследования имеются опасные и вредные факторы, выполнили их анализ. Выявили, что железнодорожный транспорт негативно влияет на экологию, а именно на атмосферу, гидросферу, литосферу и селитебную зону. Выявили возможные ЧС, наиболее типичной является разгерметизация железнодорожных цистерн за счет коррозионного нарушения или столкновения с другим движущим объектом. Железнодорожные цистерны, используемые для перевозки жидкого аммиака, относятся к объектам повышенной пожарной и взрывоопасности. Объект, оказывающий негативное значительное негативное воздействие на окружающую среду, относится к I категории. Операторы железнодорожных объектов, как правило, относятся к группе III по электробезопасности. Оператор постановки на путь относится к электротехническому персоналу, в соответствии с ПТЭЭП имеет II группу по электробезопасности. Категория работ оператора по уровню энерготрат организма – Пб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выпускной квалификационной работы был проведен анализ литературных и информационных источников.

Рассмотрели аварии, возникающие на железнодорожном транспорте, выявили источники опасностей. Ими являются: утечка АХОВ, возгорание или взрыв, повреждение инфраструктуры, нарушение технологического процесса при сливе и наливе цистерны, сам человек.

Оценка риска методом системного анализа «Дерево событий», «Дерево отказов» показало, что основными опасным событием является: разгерметизация цистерны. Рассчитали, что через 1 ч после аварии облако зараженного воздуха может представлять опасность для населения, проживающего на расстоянии до 5 км. Провели расчет сил и средств для ликвидации ЧС при утечке аммиака: аварийно-спасательное формирование, состоящие из 2 машин HOWO A7 и 4 человек.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был сформирован календарный график проведения исследования, были рассчитаны заработные платы научного руководителя и студента, а также был подсчитан бюджет научной работы, который составил 147042, 4 рубля.

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены какие на данном объекте исследования имеются опасные и вредные факторы, выполнили их анализ. Выявили, что железнодорожный транспорт негативно влияет на экологию, а именно на атмосферу, гидросферу, литосферу и селитебную зону.

Железнодорожные цистерны, используемые для перевозки жидкого аммиака, относятся к объектам повышенной пожарной и взрывоопасности. Объект, оказывающий негативное значительное негативное воздействие на окружающую среду, относится к I категории. Операторы железнодорожных объектов, как правило, относятся к группе III по электробезопасности. Оператор постановки на путь относится к электротехническому персоналу, в соответствии с ПТЭЭП

имеет II группу по электробезопасности. Категория работ оператора по уровню энерготрат организма – IIб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
2. ГОСТ Р 55980-2014. Управление рисками на железнодорожном транспорте.
3. ГОСТ Р 51659-2000. Вагоны цистерны магистральных железных дорог колеи 1520 мм.
4. Приказ от 15 декабря 2020 года № 528 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасного ведения газоопасных, огневых и ремонтных работ".
5. ГОСТ Р 22.0.03-2020. Национальный стандарт Российской Федерации. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.
6. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
7. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.
8. ГОСТ Р 58208-2018. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Система индивидуальной защиты от падения с высоты.
9. Козлитин А.М. Анализ безопасности и оценка риска технологического процесса производства этаноламинов / А.М. Козлитин, Ю.А. Гагарина. – Саратов: Изд-во DocuFreezer, 2016. – 11 с.
10. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте: (РД 52.04.253-90): официальное издание: утверждена председателем Госгидромета СССР, Ю.А. Израэлем 13.03.90 г. и начальником Гражданской обороны СССР, генералом армии В.Л.Говоровым 24.03.90: введена

в действие 01.07.90. – СССР – 6с - ISBN 978-5- 392-26365-3. - Текст: непосредственный.

11. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств (ПБ 09-540-03). Утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 05.05.03 № 29, зарегистрированным Минюстом России 15.05.03 г., регистрационный № 4537.

12. Федеральный закон от 10.01.03 № 17-ФЗ «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации».

13. Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации от 10.01.03 № 18-ФЗ.

14. Правила безопасности при перевозке опасных грузов железнодорожным транспортом (РД 15-73-94); с изменением [ПБИ 15-461(73)-02]. Утверждены постановлениями Госгортехнадзора России от 16.08.94 № 50 от 20.06.02 № 29.

15. Правила безопасности и порядок ликвидации аварийных ситуаций с опасными грузами при перевозке их по железным дорогам, согласованные Госгортехнадзором России 08.10.96 № 03-35/387.

16. Тарасова М.Н. Оценка риска последствий аварийной разгерметизации цистерны с опасным химическим веществом на железной дороге: оригинальная статья / М.А. Тарасова, Е.А. Хамидуллина. // XXI век. Техносферная безопасность. – 2017. – Т. 2, № 1.– С. 104–118.

17. Правила разработки, изготовления и применения мембранных предохранительных устройств (ПБ 03-583-03). Утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 05.06.03 № 59, зарегистрированным Минюстом России 18.06.03 г., регистрационный № 4707.

18. Катин В.Д. Повышение безопасности перевозки аммиака железнодорожным транспортом и охрана окружающей среды / В.Д. Катин, А.Н. Луценко. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2018. – 138 с.