

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



Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Оценка рисков при перевозке нефти и нефтепродуктов железнодорожным транспортом

УДК 504.064:622 692.6:656.225

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E31	Кривов Алексей Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников Михаил Эдуардович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Юлия Игоревна	—		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	д.х.н.		

Томск – 2017 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
Р1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.
Р2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности
Р3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования
Р4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
Универсальные компетенции	
Р5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.
Р6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов
Р7	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов
Р8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду
Р9	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации

Объектом исследования является процесс транспортировки нефти и нефтепродуктов железнодорожным транспортом. Режим работы – периодический.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	Исследованию подлежит процесс транспортировки нефти и нефтепродуктов железнодорожным транспортом, изучение общих сведений об анализе и оценке риска. Необходимо произвести расчет оценки риска для наиболее возможных и опасных процессов при транспортировке нефтепродуктов по железной дороге.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Таблицы, рисунки
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шулинина Юлия Игоревна

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников М.Э.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е31	Кривов А.С.		

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки (специальность) 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Уровень образования бакалавриат
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
5.04.16	Раздел «Объект и методы исследования», подбор литературы, проведение теоретических обоснований.	20
30.04.16	Раздел «Расчеты и аналитика». Выбор методов расчета, проведение необходимых вычислений.	40
15.05.16	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».	20
27.05.16	Раздел «Социальная ответственность». Рассмотреть опасные и вредные производственные факторы, способы защиты работающего персонала.	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников Михаил Эдуардович	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко Сергей Владимирович	д.х.н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Е31	Кривову Алексею Сергеевичу

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя - 26300 руб. Оклад инженера - 17000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премияльный коэффициент руководителя 30%; Премияльный коэффициент инженера 20%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Доплаты и надбавки инженера 20%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценочная карта конкурентных технических решений
2. График Гантта
3. Расчет бюджета затрат НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Ю.И.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е31	Кривов Алексей Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Е31	Кривову Алексею Сергеевичу

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: кабина машиниста грузового поезда Область применения: перевозки грузов железнодорожным транспортом
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности.	При изучении места исследования (кабина машиниста поезда) должны быть рассмотрены вредные и опасные производственные факторы. Вредные факторы: повышенный уровень шума, повышенная вибрация, неблагоприятный микроклимат рабочей зоны, повышенное воздействие инфразвука ГОСТ 12.1.003-83 предельный уровень шума СанПин 2.2.4.548-96 параметры микроклимата СанПиН 2.2.1-2.1.1.1278-03 необходимые уровни освещенности Инструкция по охране труда для локомотивных бригад ОАО «РЖД» ИОТ РЖД-4100612-ЦТ-023-2012 Средства защиты: специальные костюмы, перчатки Механические опасности – встречные поезда, предметы, с которыми возможно столкновение; подвижные части оборудования локомотива. Рассмотреть причины взрыва/пожара, которыми могут стать КЗ, столкновение со встречными поездами. В качестве средств пожаротушения используются углекислотные огнетушители.
2. Экологическая безопасность	Рассмотреть попадание нефти и нефтепродуктов в окружающую среду (воздух, воду и почву), что вызывает изменение физических, химических и биологических свойств и характеристик природной среды обитания, нарушает ход естественных биохимических процессов
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Рассмотреть основные ЧС на железнодорожном транспорте: – сход подвижного состава с рельсов (крушение) в результате столкновений, нарушения целостности путей, обрушения мостов; – пожары, взрывы, утечки опасных грузов; – наезд поездов на автомобили, гужевого транспорт, на мотоциклистов, велосипедистов, пешеходов – воздействие неблагоприятных погодных условий и стихийных бедствий: землетрясения, наводнения, обвалы, лавины, сели, оползни, ураганы, обильный снегопад, низкая температура воздуха.

4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Изучить правовые нормы безопасности, которые изложены в следующих документах: Инструкция по охране труда для локомотивных бригад ОАО «РЖД» ИОТ РЖД-4100612-ЦТ-023-2012 Указ президента РФ от 27.12.2010 №1632 «О совершенствовании системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб на территории РФ» №68-ФЗ «О защите населения и территории от ЧС природного и техногенного характера» и др.
---	---

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель/ кафедра ЭБЖ	Романцов Игорь Иванович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е31	Кривов Алексей Сергеевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 88 страниц, 4 рисунка, 15 таблиц, 30 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: ОЦЕНКА РИСКА, ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ, НЕФТЬ И НЕФТЕПРОДУКТЫ, ТРАНСПОРТИРОВКА.

Объектом исследования является процесс перевозки нефтепродуктов по железной дороге.

Цель работы – оценка рисков при перевозке нефти и нефтепродуктов железнодорожным транспортом.

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

В результате исследования был определен эколого-экономический риск при разливе нефтепродуктов в окружающую среду вследствие крушения поезда и оценен риск отравления человека токсикантами при ручной чистке цистерны.

Область применения: железнодорожный транспорт, контролирующие и надзорные органы, нефтяные компании

В будущем планируется произвести разработку мероприятий по управлению рисками на железнодорожном транспорте.

Список сокращений

ДОПОГ – дорожная перевозка опасных грузов

ВМ – взрывчатые материалы

ЛВЖ - легковоспламеняющиеся жидкости

ЛВТ - легковоспламеняющиеся твердые вещества

СВ - самовозгорающиеся вещества

ОК - окисляющие вещества

ОП - органические пероксиды

ЯВ - ядовитые вещества

ИВ - инфекционные вещества

РМ - радиоактивные материалы

ЕК - едкие и (или) коррозионные вещества

ВУ-14 – книга предъявления вагонов грузового парка к техническому обслуживанию

ЗПУ – запорно-пломбировочное устройство

АВПО – анализ вида и последствий отказа

АВПКО – анализ вида, последствий и критичности отказа

АОР – анализ опасности и работоспособности

АДО – анализ «Дерево отказов»

АДС – анализ «Дерево событий»

ПДК_{МР}. –максимальная разовая предельно допустимая концентрация

ПШ-1 – противогаз изолирующий шланговый

Нормативные ссылки

1) Федеральный Закон 184-ФЗ «О ТЕХНИЧЕСКОМ РЕГУЛИРОВАНИИ»

2) ГОСТ 19433-88 Грузы опасные. Классификация и маркировка

3) ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

Опасные и вредные производственные факторы

4) ГОСТ Р 55980-2014 Управление рисками на железнодорожном транспорте. Классификация опасных событий

5) СанПиН 2.2.4-548-96 Параметры микроклимата

6) СанПиН 2.2.1-2.1.1.1278-03 Необходимые уровни освещенности

7) Инструкция по охране труда для локомотивных бригад ОАО «РЖД»
ИОТ РЖД-4100612-ЦТ-023-2012

8) Распоряжение ОАО "РЖД" от 21.09.2011 N 2068р "Об утверждении стандартов и методик ОАО "РЖД" в развитие системы управления безопасностью движения на основе анализа рисков, методов и инструментов технического аудита

Оглавление

Введение.....	14
1 Литературный обзор	16
1.1 Нефть и нефтепродукты	16
1.2 Нефть и нефтепродукты в классификации опасных грузов	17
1.3 Транспортировка нефти и нефтепродуктов железнодорожным транспортом	17
1.3.1 Особенности транспортировки нефтепродуктов железными дорогами	18
1.3.2 Цистерны для перевозки нефтепродуктов	19
1.3.3 Налив и слив нефтепродуктов	20
1.3.4 Технология загрузки и разгрузки	22
1.3.5 Техника безопасности при наливе и сливе	22
1.4 Охрана труда и окружающей среды при грузовой перевозке нефтепродуктов	24
1.5 Плюсы и минусы транспортировки нефти и нефтепродуктов железнодорожными путями	26
1.6 Анализ методов проведения анализа риска	27
1.7 Анализ ущербов	30
1.7.1 Общие принципы оценки ущербов	30
1.7.2 Классификация ущербов	32
2 Расчет рисков.....	34
2.1 Опасности при перевозке нефти и нефтепродуктов железнодорожным транспортом	34
2.2 Оценка эколого-экономического риска загрязнения окружающей среды	36
2.3 Оценка риска угрозы здоровью человека при воздействии пороговых токсикантов.....	41
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	46
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	46

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	46
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	47
3.2 Планирование научно-исследовательской работы.....	49
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	49
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работы	50
3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	51
3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	55
3.3.1. Расчет материальных затрат НТИ.....	55
3.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы	55
3.3.3 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала	58
3.3.4 Отчисления на социальные нужды	58
3.3.5 Накладные расходы	58
3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .	59
4 Социальная ответственность	61
4.1 Производственная безопасность	62
4.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения	62
4.1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	68
4.2 Пожарная и взрывная безопасность.....	69
4.2.1 Мероприятия для улучшения условий труда машиниста поезда	70
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	71
4.4 Экологическая безопасность.....	75
4.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	75
Заключение	77
Список публикаций студента.....	79
Список использованных источников	80
Приложение А	84
Приложение Б	86

Введение

Большую долю опасных грузов, перевозимых железнодорожным транспортом, составляют нефть и нефтепродукты (нефть, бензин, керосин, мазут). В данный момент доля нефти и нефтепродуктов из общего объема грузов, которые перевозятся по железной дороге, составляет приблизительно 30%. По сведениям Межведомственной комиссии по экологической безопасности РФ, примерно 40% аварий на Ж/Д транспорте связано с разливами нефти и нефтепродуктов.

В 2015 году, по сведениям ОАО «РЖД», в целом по железным дорогам было транспортировано около 250 млн. тонн нефтяных грузов внутри страны и на экспорт.

Транспортировка нефтеналивных грузов железнодорожным транспортом считается экологически опасной и сопряжена с риском возникновения аварий. Последствиями аварийных происшествий при перевозке нефтепродуктов железнодорожным транспортом могут являться проливы разного масштаба, а при неблагоприятном развитии событий — взрывы и пожары, которые приводят к большому материальному ущербу, загрязнению территории и поражению токсичными веществами существенных масс людей.

Согласно Федеральному закону № 184-ФЗ «О техническом регулировании» количественная мера безопасности в чрезвычайных ситуациях – аварийный риск. Поэтому анализ и оценка рисков при движении подвижного состава с нефтью и нефтепродуктами позволяет разрабатывать различные организационно-технические мероприятия по предупреждению и уменьшению последствий чрезвычайных ситуаций при транспортировке нефтепродуктов железнодорожным транспортом для того чтобы сохранить безопасную среду обитания.

Целью исследования в данной работе является оценка рисков при перевозке нефти и нефтепродуктов на железнодорожном транспорте.

Для достижения цели в выпускной квалификационной работе был поставлен *ряд задач*:

- 1) Изучить технологию транспортировки нефтепродуктов железнодорожным транспортом
- 2) изучить основные методы анализа и оценки риска на железнодорожном транспорте;
- 3) провести анализ опасностей, которые могут возникнуть при транспортировке нефтепродуктов по железной дороге
- 4) Произвести оценку рисков

1 Литературный обзор

1.1 Нефть и нефтепродукты

Нефть – легковоспламеняющаяся жидкость, которая представляет из себя смеси различных углеводородов, плотность $\rho = 0,730 - 1,040 \text{ г/см}^3$, начало кипения 20°C ($Q_{\text{сг}} = 43514 - 46024 \text{ кДж/кг}$). Скорость выгорания $V_{\text{выг}} = 5,2-7,1 \cdot 10 \text{ м/с}$, скорость нарастания прогретого слоя $0,7 - 1,0 \cdot 10 \text{ м/ч}$, $T_{\text{плам}} = 1100^\circ\text{C}$.

При перегонке, при постепенно повышающейся температуре, из нефти отгоняют части — фракции, которые отличаются друг от друга пределами выкипания [1].

При атмосферной перегонке получают следующие фракции, которые выкипают до 350°C , — светлые дистилляты:

Фракции, которые выкипают до 100°C — петролейная фракция;

- 1) до 180°C — бензиновая фракция;
- 2) $140-180^\circ\text{C}$ — лигроиновая фракция;
- 3) $180-220^\circ\text{C}$ — керосиновая фракция;
- 4) $220-350^\circ\text{C}$ — дизельная фракция.

200°C , называют легкими, или бензиновыми, от 200 до 300°C — средними, или керосиновыми, выше 300°C — тяжелыми, или масляными.

Все фракции, которые выкипают до 350°C , считают светлыми, остаток после отбора светлых дистиллятов (выше 350°C) называется мазутом. Дальнейшая ректификация мазута при атмосферном давлении крайне затруднена, поэтому его разгоняют под вакуумом, при этом получают следующие фракции в зависимости от переработки:

- 1) для получения топлива ($350-500^\circ\text{C}$) — вакуумный газойль (вакуумный дистиллят);
- 2) более 500°C — вакуумный остаток (гудрон).

Получение масел происходит в следующих температурных интервалах: 300–400 °С — легкая фракция, 400–450 °С — средняя фракция, 450–490 °С — тяжелая фракция, более 490 °С — гудрон [1].

1.2 Нефть и нефтепродукты в классификации опасных грузов

В Правилах перевозки грузов железнодорожным транспортом к опасным грузам относятся нефть и нефтепродукты (жидкие и газообразные). Эти вещества могут в процессе их транспортировки создавать опасность для жизни и здоровья людей, причинить ущерб окружающей среде, послужить причиной повреждения или уничтожения материальных и культурных ценностей [2].

Согласно ГОСТ 19433-88 "Грузы опасные. Классификация и маркировка" нефть и продукты её переработки можно отнести к *классу 2* (сжиженные углеводородные газы) и *классу 3* (нефть, бензин, керосин, дизельное топливо и другие фракции).

Перечень перевозимых железнодорожным транспортом опасных грузов, относящихся к продуктам переработки нефти, приведен Приложении 1.

1.3 Транспортировка нефти и нефтепродуктов железнодорожным транспортом

На сегодняшний день нефть и нефтепродукты являются неотъемлемой частью современного мира, жизнь без использования нефти уже становится невообразимой. Большинство отраслей промышленности и практически весь транспорт находятся в прямой зависимости от этого природного ресурса, отрасль нефтедобычи развивается в течение последних нескольких десятилетий достаточно быстро и, как любая отрасль, нуждается в решении вопроса перевозки нефтепродуктов железнодорожным транспортом. Перевозки нефтепродуктов железнодорожным транспортом уходят корнями в историю на

150 лет, немного раньше начались перевозки нефтепродуктов вообще. Практически одновременное становление железной дороги и нефтедобывающей отрасли поспособствовало тому, что железнодорожная транспортировка стала одним из первых путей перевозки нефти. Такие преимущества, как относительно высокая скорость транспортировки и способность доставлять груз вне зависимости от времени года, поспособствовали тому, что этот способ стал весьма популярным, несмотря на все же присутствующие некоторые трудности [3].

1.3.1 Особенности транспортировки нефтепродуктов железными дорогами

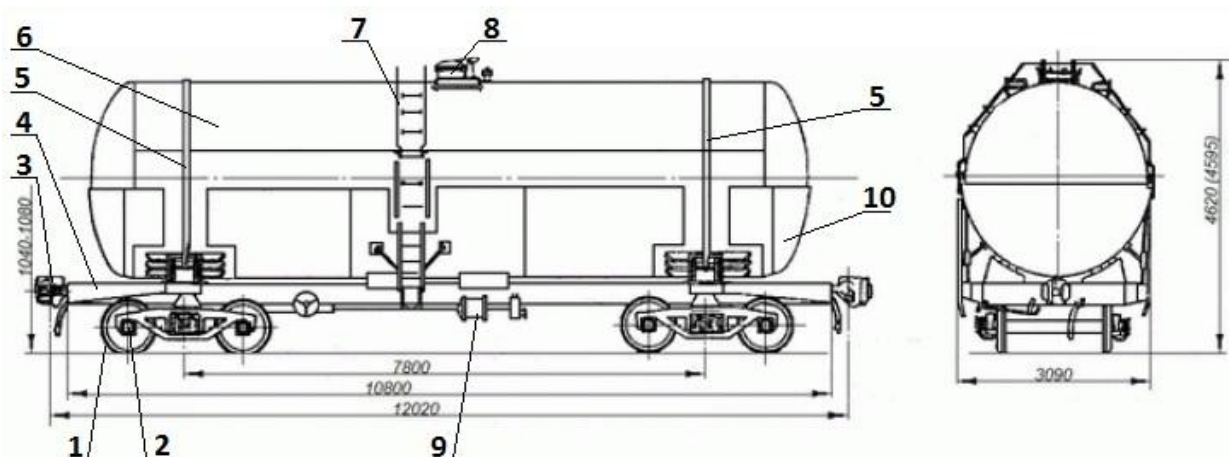
Так как продукты нефтяной промышленности в большинстве своем легко воспламенимы, транспортирование их связано с риском. Ввиду этого имеется ряд специальных законов по обеспечению сохранности перевозок. В него входят такие 4 пункта, как: упаковывание, маркирование, транспортирование и хранение. Прежде чем быть заполненными, цистерны должны быть проверены на наличие грязи и в случае необходимости промыты горячей водой и тщательно высушены. Каждая цистерна должна иметь сопроводительный документ с указанием в нем ранее провозимых в ней веществ. В случае отсутствия такового проводят анализ на месте. Загрузку нефтепродуктов проводят с учетом их способности к расширению в случае роста температуры. Каждый такой вагон должен иметь знаки, определяющие продукт как опасный, а также на них следует проставлять специальную маркировку и манипуляционные знаки. Такие знаки должны обозначать класс опасности груза [4].

1.3.2 Цистерны для перевозки нефтепродуктов

Железнодорожный транспорт нефти и нефтепродуктов осуществляется в цистернах. Основным направлением отечественного цистерностроения, начиная с момента постройки 2-х основных цистерн грузоподъемностью 8÷11 тонн в 1872 году, является увеличение их грузоподъемности, а также сокращение времени на техническую и коммерческую обработку этого вида транспорта.

Важным мероприятием в отношении герметизации сливных операций должно явиться прекращение открытого нижнего слива нефти и нефтепродуктов. Проведение этого мероприятия требует соответствующего переоборудования сливных эстакад. Большое значение в деле реконструкции и рационализации железнодорожного транспорта имеет стандартизация сливных приборов у цистерн и типизация самих цистерн, проводимая на базе обновления парка цистерн, а также автоматизация их налива и слива.

Транспортировка нефти и нефтепродуктов происходит железнодорожными вагонами-цистернами грузоподъемностью от 40 до 120 тонн. Изготавливаются цистерны из листовой стали толщиной 8÷11мм в виде горизонтального цилиндрического резервуара [5].



Вагон цистерна для перевозки вязких нефтепродуктов, модель 15-1566

Рисунок 1 – вагон-цистерна для перевозки вязких нефтепродуктов

На рисунке 2 показана цистерна для перевозки нефтепродуктов, а на рисунке 3 – для перевозки бензина.



Рисунок 2 – цистерна для перевозки нефтепродуктов



Рисунок 3 – цистерна для перевозки бензина

1.3.3 Налив и слив нефтепродуктов

Загрузка и разгрузка цистерн с нефтепродуктами, в процессе грузовых перевозок, производится в специально отведенных местах имеющих

соответствующее оборудование для соблюдения всех норм и условий безопасности. Заказчики грузовой перевозки опасных грузов должны предъявить лицензию на право заливки (слива) опасных грузов.

Отправитель груза, перед заполнением жидкими грузами собственных или арендованных цистерн, обязаны предоставить сотрудникам станции свидетельство о работоспособности необходимого для процесса загрузки оборудования и отсутствии неисправностей в цистернах. Номер свидетельства, являющийся обоснованием безопасности предстоящей грузовой перевозки, вносится в книгу формы ВУ-14 [6].

Цистерны, перед погрузкой, фиксируются с двух краев тормозными башмаками и располагаются таким образом, чтобы исключить протекание жидкого груза на свои и соседние пути, так как это может привести к значительной задержке грузовой перевозки. Заполнение цистерн осуществляется посредством специализированных колонок или из резервуаров. Перед загрузкой, сотрудники станции обследуют цистерны на пригодность для грузовой перевозки заявленного к транспортировке груза, раскрывают загрузочные люки и заслонки, после чего только производят заливку. Залив цистерн производится таким образом, чтобы масса наливного груза не была выше их грузоподъемности [7].

По завершении загрузки цистерн и проверки их соответствия всем установленным нормам по массе и объему, люки цистерн закрывают. Во избежание процесса расплескивания и вытекания наливного груза в процессе грузовой перевозки, люки снабжаются уплотняющими прокладками, состоящими из веществ, не имеющих взаимодействующих химически с транспортируемыми грузами. На люки устанавливаются запорные устройства. Перед началом грузовой перевозки сотрудник станции, ответственный за прием и сдачу цистерн еще раз обследует прочность запорных устройств, герметичность люков и сливного оборудования, чистоту поверхности цистерн и т.д.

По завершении проверки осуществляется пломбирование цистерн согласно Правилам пломбирования вагонов и контейнеров, с целью

сохранности транспортируемого продукта во время грузовой перевозки. По завершении грузовой перевозки согласно ГОСТ 1510-84 нефть и ее производные продукты сливаются до полного очищения цистерн. Сотрудник, отвечающий за сдачу груза, контролирует этот процесс и только после проверки цистерн на полное освобождение от груза дает разрешение на закрытие люков [7].

1.3.4 Технология загрузки и разгрузки

Технология загрузки определяется свойствами груза и конструкцией загружаемой цистерны. В зависимости от принятой технологии пункты погрузки оборудуют соответствующими техническими средствами, причем некоторые элементы устанавливают и на цистернах. На предприятиях действуют заводские или отраслевые инструкции по загрузке цистерн, в строгом соответствии с которыми они наполняются. Существуют два основных технологических процесса: загрузка открытым способом – самотеком через люки или наливные трубы при сообщении газовой полости котла с атмосферой и закрытым способом – самотеком или перекачиванием через наливные трубы отводом газа из котла в соответствующее место. Слив железнодорожных цистерн не допускается при закрытой крышке люка-лаза из-за возможности образования недопустимого вакуума в котле. В зимних условиях можно разогреть груз подачей теплоносителя (пара или горячей воды) в кожух сливного прибора. После слива крышка люка и прибор закрываются и пломбируются [8].

1.3.5 Техника безопасности при наливе и сливе

Налив и слив жидких грузов выполняется на подъездных путях промышленных предприятий. Такие места должны оборудоваться освещением, обеспечивающим выполнение работ круглосуточно, а также быть снабжены

противопожарными средствами.

Если электрическое освещение в местах налива и слива легко воспламеняющихся жидкостей отсутствует, то в качестве осветительных приборов разрешается применять только электрические взрывобезопасные фонари.

Цистерны для слива и налива нефтепродуктов должны подаваться плавно, без толчков и ударов. Передвижения маневровых тепловозов по железнодорожным путям, на которых располагаются сливо-наливные эстакады, строго запрещается. Движение цистерн на эстакадах должно согласовываться с оператором участка налива-слива. Запрещается спуск промывальщиков-пропарщиков в котлы цистерн: из-под этилированного бензина, не прошедших обработки и дегазации; с остатками неопределенного груза; остатком любого груза глубиной более 10 см; без постоянной лестницы; без предусмотренной спецодежды и спецобуви, а также без спасательного снаряжения и шлангового дыхательного прибора или других средств защиты органов дыхания; без наличия у колпаков цистерны второго промывальщика-пропарщика; с открытым огнем; с фонарем не во взрывобезопасном исполнении.

Перед началом работы промывальщик-пропарщик совместно с бригадиром или мастером должны убедиться в исправном состоянии шланговых дыхательных приборов или других средств защиты органов дыхания, спасательного снаряжения и инструмента, а также проверить длину шланга, плотность прилегания маски к лицу, отсутствие повреждения маски и шланга. Проверка дыхания в маске должна продолжаться не менее 3 мин. Шланговый дыхательный прибор должен подвергаться контрольной проверке на герметичность не реже двух раз в месяц [9].

Спускаться в цистерны из-под едких и ядовитых жидкостей, а также бензина, сырой нефти и всех других, выделяющих вредные пары, жидкостей без шлангового и спасательного пояса запрещается. За предохранительный пояс закрепляют веревку, противоположный конец которой выходит наружу через люк цистерны. Снаружи у люка должен находиться подсобный рабочий, снабженный запасным шланговым противогазом на случай необходимости

спуска в цистерну для оказания помощи работающему в ней. Подсобный рабочий держит конец веревки. Наблюдает за самочувствием промывальщика, работающего в цистерне, и следит за положением воздушного шланга.

При внутреннем осмотре для освещения цистерны используют только взрывобезопасные аккумуляторные фонари шахтерского типа или лампы с герметически закрытыми контактами. Включать и выключать эти приборы разрешается только вне цистерны.

Рабочим, спускающимся внутрь цистерны, запрещается надевать обувь, подбитую железными гвоздями, шпильками, подковами.

При работе внутри цистерны не разрешается применять железные или стальные лопаты, щетки, ведра и подсобный инструмент. Все это должно быть изготовлено из неискрящихся металлов (медь, алюминий) или дерева.

При наливке или сливе цистерн рабочие должны стоять с наветренной стороны. Открывают и закрывают люки и крышки колпака неискрообразующим инструментом [10].

1.4 Охрана труда и окружающей среды при грузовой перевозке нефтепродуктов

Так как нефтепродукты относятся к грузам, могущим причинить вред окружающей среде и человеку, в процессе грузовой перевозки должны строго соблюдаться установленные правила безопасности.

Для обеспечения непрерывной работы, в том числе и в ночное время, станции для загрузки и выгрузки жидких грузов снабжаются хорошим освещением и орудием противопожарной безопасности.

При грузовой перевозке легковоспламеняющихся жидких грузов, их слив из цистерн осуществляется на станциях с электрическими взрывобезопасными фонарями и запрещается на станциях с обычным электрическим осветительным оборудованием [11].

По окончании грузовой перевозки грузополучатель согласовывает с оператором узла слива движение цистерн по эстакадам. Подача цистерн для выгрузки нефтепродуктов производится очень аккуратно и плавно, без рывков. Движение другого железнодорожного транспорта по железнодорожным путям, снабженным наливным и сливным оборудованием, запрещено.

Не разрешается спуск в цистерны, предусмотренные для перевозки некоторых видов бензина или неопределенного груза, сотрудников станции, выполняющих промывочные работы, если цистерны не прошли соответствующую обработку по окончании сливных работ.

Промывочно-пропарочные работы в котле цистерн разрешены, если уровень жидкого груза после слива по окончании грузовой перевозки не превышает десяти сантиметров. При этом сотрудники должны быть облачены в спецодежду, обеспечены спасательным снаряжением и востребованными средствами защиты. Перед началом работы, сотрудник, исполняющий обязанности по контролю над промывкой цистерн после грузовой перевозки, вместе с бригадиром и мастером обязаны проверить работоспособность снаряжения и других средств защиты, их целостность и отсутствие повреждений. Дыхательное оборудование (маска и шланги) должны проверяться на герметичность как минимум дважды в месяц. После спуска сотрудника в цистерну у люка должен оставаться еще один рабочий в соответствии с условиями соблюдения техники безопасности проведения описанных выше работ.

После грузовой перевозки ядовитых веществ, очистка цистерн ответственным сотрудником производится в специальном пневмокостюме, который препятствует проникновению вредных веществ на его кожу. Помимо этого, данный костюм защищает сотрудников от перепадов температур во время спуска в цистерну, если грузовые перевозки ядовитых продуктов осуществляются в зимнее время, когда для слива груза предварительно производится прогрев цистерн паром.

Очистка цистерн от остатков нефтепродуктов и ядовитых веществ после грузовых перевозок, производится специальным оборудованием из алюминия и меди (лопаты, ведра), так подобные металлы не искрят при соприкосновении с цистерной [12].

1.5 Плюсы и минусы транспортировки нефти и нефтепродуктов железнодорожными путями

Плюсы:

1) Независимость от сезонов. Работа железной дороги не прекращается, несмотря на погодные условия, круглый год, что делает ее универсальной в этом смысле.

2) Краткосрочность. Время доставки продукта железными дорогами значительно меньше, нежели морским или речным транспортом.

3) Зона досягаемости. Ввиду покрытия железнодорожными путями большой территории способность транспортировки в отдаленные районы значительно увеличивается.

4) Количество. Хотя в отношении объемов перевозимого продукта железнодорожный способ проигрывает танкерам и нефтепроводам, все же им возможно перевозить значительные объемы нефти.

Минусы:

1) Высокая цена. Перевозка нефти товарными поездами более затратна, в отличие от других путей транспортировки.

2) Потери. Потери нефти в работе с цистернами практически неминуемы, они могут произойти при заполнении или опустошении тары.

3) Спецоборудование. Необходимость наличия специального оснащения для загрузки/выгрузки товара, очевидно, поднимает затраты на транспортировку ж/д составами.

4) Прокладка новых дорог. Порой для поставки нефти в дальние районы необходимо строительство новых путей сообщения.

1.6 Анализ методов проведения анализа риска

В процессе определения метода для проведения анализа риска необходимо учитывать все стадии функционирования объекта, а также критерии приемлемого риска, цели анализа, тип анализируемого опасного объекта, характер опасности, которую представляет объект, наличие ресурсов для проведения анализа, наличие необходимой информации и другие факторы.

На этапе, в процессе которого совершается идентификация опасных процессов и оценка риска, рекомендуется применить метод качественной оценки и анализа риска, основанный на уже продуманной процедуре, с помощью опросных листов, анкет, инструкций и бланков, а также учитывать опыт практической работы исполнителей. Такой этап будет называться – анализ опасностей [13].

Обратим внимание на то, что использование не простых количественных методов анализа риска регулярно дает значения показателей риска, точность которых для сложных технических систем очень мала. Поэтому исполнение полной количественной оценки риска будет намного эффективнее для того чтобы провести сравнение источников опасностей, чем для того чтобы провести составление заключения о степени безопасности объекта. Впрочем, количественные методы оценки риска часто оказываются очень полезными, а иногда, оказываются единственно допустимыми.

Анализ последствий и видов отказов непосредственно используется для проведения качественного анализа опасности для рассматриваемого объекта либо технической системы. Ярко выраженной чертой данного метода является рассмотрение абсолютно каждого аппарата (блока, установки или изделия) или составной части системы (либо же элемента) на анализ того факта, вследствие которого он стал неисправным (причина и вид отказа), а также какое воздействие оказал отказ непосредственно на какую либо техническую систему.

Анализ последствий и видов отказа разрешено увеличить до количественного анализа видов, последствий и критичности отказов (АВПКО). В представленном случае любой вид отказа ранжируется с учетом нескольких составляющих, а именно тяжести последствий отказа и критичности – вероятности. Определение характеристик критичности, является неотъемлемой процедурой для разработки рекомендаций и расстановки приоритетов для мер безопасности [14].

Полученный результат анализа представляют в табличном виде со списком оборудования, видов и причин возможных отказов, с последствиями, критичностью, частотой, средствами обнаружения неисправности (приборы контроля, сигнализаторы), а также советами и рекомендациями направленных на уменьшение опасностей.

Обратим внимание на то, что система классификации отказов по критериям вероятности и тяжести последствий необходимо адаптировать под каждый объект, либо техническое устройство, учитывая их специфику.

Далее представлены в качестве примера показатели уровней, а также критериев критичности по тяжести и вероятности для последствий какого либо отказа. В конкретном случае выделяется четыре группы, которые могут получить какой либо ущерб от отказа, а именно: население, персонал, имущество (здания, сооружения, различное оборудование), а также окружающая природная среда [15].

В таблице 1 наглядно представлены следующие варианты критериев:

Критерии отказов по тяжести последствий:

- критический или некритический отказ – может угрожать либо не угрожать жизни людей, приводить либо же не приводит к весомому ущербу имуществу, а также природной окружающей среде;
- пренебрежимо малые последствия – отказ, может не относиться по виду своих последствий ни к одной из какой либо категории;

- отказ катастрофический – данный отказ, может привести к смерти людей, весомому ущербу имуществу, а также может нанести огромный ущерб окружающей природной среде;

Критичность отказов:

A – требуются особые меры обеспечения безопасности или обязательный количественный анализ риска;

B – требуется принятие определенных мер безопасности или желателен количественный анализ риска;

C – принятие некоторых мер безопасности или рекомендуется проведение качественного анализа опасностей;

D – принятие и анализ специальных мер безопасности не требуется [16].

Таблица 1 – Матрица «вероятность-тяжесть последствий»

Вид отказов	Частота возникновения отказа/год	Тяжесть последствий нанесённых отказом			
		Катастрофическое	Критическое	Некритическое	С весьма малыми последствиями
Частый	>1	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>C</i>
Вероятный	$1-10^{-2}$	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
Возможный	$10^{-2}-10^{-4}$	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
Редкий	$10^{-4}-10^{-6}$	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
Практически невероятный	$<10^{-6}$	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>C</i>	<i>D</i>

1.7 Анализ ущербов

1.7.1 Общие принципы оценки ущербов

Ущерб U от опасных ситуаций на объектах железнодорожной инфраструктуры и подвижного состава техногенного, природного характера и террористических проявлений определяются тремя базовыми составляющими:

$$U = U_T + U_S + U_N, \quad (1)$$

где U_T – ущербы объектам техносферы;

U_S – ущербы окружающей среде;

U_N – ущербы населению (человеку и обществу в целом).

Ущерб U_T определяется суммированием ущербов от повреждения и разрушения подвижного состава и инфраструктуры железнодорожного транспорта, промышленных зданий и сооружений $U_{ТП}$, ущербов от повреждений и разрушений гражданских (жилых) объектов $U_{ТГ}$, ущербов от повреждений и разрушений внешних объектов инфраструктуры (транспортные, энергетические, трубопроводные и другие системы) $U_{ТИ}$:

$$U_T = U_{ТП} + U_{ТГ} + U_{ТИ}. \quad (2)$$

Ущерб U_S окружающей среде определяются суммированием ущербов, наносимых почве $U_{СП}$, водной среде $U_{Са}$, воздушной среде $U_{Св}$, растительному U_{Sp} и животному $U_{Сж}$ миру:

$$U_S = U_{СП} + U_{Са} + U_{Св} + U_{Sp} + U_{Сж}. \quad (3)$$

Ущерб населению U_N складывается из ущербов от потерь человеческих жизней $U_{Nж}$ и от нанесения ущербов здоровью $U_{Nз}$

$$U_N = U_{Nж} + U_{Nз}. \quad (4)$$

Ущерб по характеру их возникновения делятся на две группы:

1) прямые (первичные), связанные с непосредственными воздействиями поражающих факторов при опасных ситуациях U_1 на объектах железнодорожного транспорта;

2) косвенные (вторичные), сопряженные с последующим во времени проявлением поражающих факторов от опасных ситуаций U_2 на объектах железнодорожного транспорта.

Таким образом, ущерб можно рассматривать как сумму прямых и косвенных ущербов

$$U = U_1 + U_2. \quad (5)$$

Ущерб количественно определяются двумя типами параметров:

1) натуральными единицами - шкалами (число поврежденных объектов и пострадавших людей, площадь загрязненных и поврежденных территорий);

2) эквивалентными экономическими единицами (рубли).

3) прямые (первичные) и косвенные (вторичные) ущербы с учетом базовых составляющих определяются для следующих расчетных случаев:

4) для времени возникновения и развития фактических опасных ситуаций U_{Φ} ;

5) для времени после реализовавшихся чрезвычайных ситуаций U_{Π} ;

$$U = U_{\Phi} + U_{\Pi} + U_{\text{В}} \quad (6)$$

При детерминированных оценках первичных и вторичных ущербов учитываются материалы технико-экономических обоснований проектов и производств, нормативно-техническая и сметная документация [17].

При статистических оценках первичных и вторичных ущербов используется обобщенная информация о чрезвычайных ситуациях, содержащаяся в государственных докладах МЧС России, МПР России, Минтранса России, Ростехнадзора России, ОАО «РЖД» а также информация субъектов Федерации, отраслей и ведомств.

При вероятностных оценках первичных и вторичных ущербов используются данные имитационного моделирования, данные о вероятных зонах действия поражающих факторов, вероятностно-статистические данные об уязвимости объектов, окружающей среды и населения при различных опасных ситуациях.

Для прогнозных оценок первичных и вторичных ущербов могут быть использованы методы экстраполяции данных, а также методы экспертных оценок.

Оценка ущерба заключается в определении его величины в натуральном или денежном (экономическая оценка) выражении ущерба. При этом основными видами последствий являются:

- 1) гибель или вред здоровью населения;
- 2) социально-экономические последствия (утрата того или иного видасобственности, затраты на переселение людей, выплату компенсаций пострадавшим, упущенная выгода от незаключенных и расторгнутых контрактов, нарушение процесса нормальной хозяйственной деятельности, ухудшение условий жизнедеятельности людей);
- 3) экологические последствия (ухудшение природной среды и затраты на ее восстановление, потеря народнохозяйственной ценности территорий) и другие.

Если речь идет о мерах защиты и оценке эффективности соответствующих затрат, то все виды ущерба будут называться предотвращенными. Полный ущерб является суммой прямого и косвенного ущербов, а также затрат на ликвидацию последствий аварии. Полный ущерб определяется на конкретный момент времени и является промежуточным по сравнению с общим ущербом, который определится количественно в отдаленной перспективе [18].

1.7.2 Классификация ущербов

Ущербы имеют сложную многоуровневую структуру. Для систематической оценки ущербов их следует разделить по типам. Это нужно сделать таким образом, чтобы, с одной стороны, учесть все разнообразие последствий аварий, а с другой – исключить двойной учет последствий, который может возникнуть, если выбранные типы последствий будут

перекрывать друг друга. В этом случае полный ущерб от аварии может быть получен простым сложением ущербов различных типов. При рассмотрении социальных, экономических и экологических последствий целесообразно оперировать понятиями прямого, косвенного и полного ущерба [19].

Под прямым ущербом в результате аварии на объекте обычно понимают потери и убытки всех структур национальной экономики, попавших в зоны воздействия аварии. При рассмотрении структуры прямого ущерба выделяют прямой экономический, прямой экологический и прямой социальный ущерб. Косвенный ущерб включает убытки, понесенные вне зоны прямого воздействия аварии. Также, как и прямой ущерб, косвенный ущерб делится на экономический, экологический и социальный.

Экономический косвенный ущерб включает следующие составляющие:

- 1) изменение объема и структуры выпуска продукции промышленности (по видам);
- 2) изменение показателей эффективности в промышленности;
- 3) преждевременное выбытие основных производственных фондов и производственных мощностей;
- 4) ущерб, вызванный вынужденной перестройкой деятельности систем управления (дополнительные затраты на использование запасных пунктов управления, дополнительные затраты на применение передвижных средств связи) [21].

2 Расчет рисков

2.1 Опасности при перевозке нефти и нефтепродуктов железнодорожным транспортом

Основные опасности, которые были выявлены методом мозгового штурма, при транспортировке нефтепродуктов по железной дороге, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Опасности при перевозке нефти и нефтепродуктов железнодорожным транспортом

Вид работ	Опасное событие
Маркировка цистерн	Падение с высоты
Налив нефтепродуктов в цистерны	• Утечка нефтепродуктов при наливе • Разрыв цистерны вследствие хим. реакции • Перелив нефтепродуктов • Пожар
Транспортировка нефтепродуктов	• Сход поезда с рельс • Крушение поезда с разгерметизацией цистерн • Разлив нефтепродуктов в окружающую среду без возгорания • Пожар в результате разгерметизации цистерн • Пожар с человеческими жертвами
Слив нефтепродуктов	• Утечка нефтепродуктов при сливе • Пожар • Взрыв
Чистка цистерн А) пропарка Б) ручная чистка	• Ожоги • Отравление токсикантами • Пожар
Внешние события	• Удар молнии • Землетрясение • Торнадо • Терроризм

Для выявления наиболее вероятных и наиболее катастрофических опасных процессов в ходе транспортировки нефтепродуктов железнодорожным транспортом воспользуемся методом Дельфи. Метод предполагает разработку

опросного листа. Лист должен содержать все вышеуказанные опасные события, 5 градаций оценки их вероятности возникновения и 5 градаций тяжести последствий. Разработанный опросный лист представлен в приложении 2. При выполнении работы было заполнено 24 варианта опросного листа.

Воспользовавшись методом Дельфи для выявления наиболее вероятных и наиболее катастрофических опасных процессов в ходе транспортировки нефтепродуктов железнодорожным транспортом, было установлено, что:

Наиболее вероятными событиями являются:

- 1) Утечка нефтепродуктов при их наливе в цистерну
- 2) Отравление токсикантами при ручной чистке резервуара
- 3) Сход поезда с рельс
- 4) Падение с высоты
- 5) Разлив нефтепродуктов в окружающую среду вследствие крушения

поезда

Событиями с наиболее катастрофическими последствиями являются:

- 1) Пожар при наливе нефтепродуктов с человеческими жертвами
- 2) Разлив нефтепродуктов в окружающую среду вследствие крушения
- 3) Отравление человека токсикантами при ручной чистке резервуара
- 4) Пожар в результате разгерметизации цистерн
- 5) Разрыв цистерны вследствие хим. реакции

Для проведения расчетов оценки риска в соответствии с таблицей 1 были выбраны 2 наиболее вероятных и наиболее опасных события:

- 1) Разлив нефтепродуктов в окружающую среду вследствие крушения
- 2) Отравление токсикантами при ручной чистке резервуара

поезда

Проведем расчет рисков перечисленных событий.

2.2 Оценка эколого-экономического риска загрязнения окружающей среды

Взаимодействия в системе «человек — среда обитания» предполагают появление двух типов экологического риска:

1) риск загрязнения природной среды в результате плановой или аварийной деятельности промышленных объектов;

2) риск для здоровья человека, который определяет насколько вероятно причинение вреда здоровью людей вследствие загрязнения окружающей среды.

Экологический риск рассматривают как произведение вероятности возникновения нежелательного события экологического характера и возможных ущербов от этого события.

Экологический риск, в современном понимании, своим происхождением обязан в основном хозяйственной деятельности человека. Поэтому при организации планирования развития производства необходимо учитывать свойства природных экосистем. Все природные системы обладают свойствами самоорганизации и саморегулирования. Живые организмы берут из окружающей среды химические элементы, строят свои тела и возвращают эти элементы в процессе жизни и после смерти в ту же самую среду. Тем самым и жизнь, и ткани организма находятся в непрерывном взаимодействии, круговороте энергии и химических элементов. Миллионы лет на планете существует экологический метаболизм, и только вмешательство человека с его расточительностью нарушает этот процесс.

Примером одного из существенных загрязнителей является нефть. Мало что может сравниться с нефтью и нефтепродуктами по масштабам распространения, количеству источников загрязнения и степени нагрузки на все компоненты природной среды. Нефть и нефтепродукты не локализуются на месте разлива, а проникают вглубь почв и водоемов, растекаются по поверхности, испаряются в атмосферу, нарушая баланс в существующих экосистемах [22].

Экологические риски загрязнения нефтепродуктами становятся особенно актуальными, поскольку Россия занимает лидирующие позиции по экспорту нефти и газа. Поэтому инфраструктура, связанная с переработкой, хранением и транспортировкой нефти, в последние годы интенсивно развивается. Строятся нефтепроводы, нефтебазы, расширяются уже имеющиеся нефтебазы путем увеличения пропускной способности как за счет повышения коэффициента оборачиваемости емкостей, так и за счет применения более высокопроизводительных насосов и другого оборудования. Проводятся реконструкция и расширение нефтебаз путем увеличения их вместимости; дооснащение новым, более совершенным оборудованием; модернизация существующего оборудования и сооружений; путем замены устаревшего оборудования [23].

Если ущербы оценивают в стоимостной форме, то говорят об эколого-экономическом риске. Эколого-экономический риск при эксплуатации экологически опасных объектов может определяться средним ущербом в расчете на год:

$$R = Q \cdot W, \quad (7)$$

где Q — вероятность реализации неблагоприятного (для окружающей среды) события или неблагоприятного сценария развития;

W — оценка их последствий (ущерб).

Вероятность, в частности, связана с возможностью отказа, аварии технической системы.

Убытки, причиненные загрязнением атмосферного воздуха ($Y_{\text{атм}}$), рассчитываются по формуле

$$Y_{\text{атм}} = Y_{\text{уд}} \cdot M \cdot K_{\text{э}}, \quad (8)$$

где $Y_{\text{уд}}$ — величина экономической оценки удельного ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, руб/усл. Т;

M — приведенная масса выбросов, определяемая как произведение массы выброса на коэффициент эколого-экономической опасности;

$K_{\text{э}}$ — коэффициент экологической ситуации.

Ущерб от загрязнения земель ($Y_{зем}$) рассчитывается по формуле

$$Y_{зем} = H_c * S * K_э, \quad (9)$$

где H_c — норматив стоимости земель, руб./га;

S — площадь земель, загрязненных химическим веществом, га;

$K_э$ — коэффициент экологической ситуации.

Убытки, причиненные загрязнением водных ресурсов ($Y_{вод}$), рассчитываются по формуле

$$Y_{вод} = Y_{уд} * M * K_э, \quad (10)$$

где $Y_{уд}$ — величина экономической оценки удельного ущерба от сбросов загрязняющих веществ в водный объект, руб/усл. т;

M — приведенная масса сбросов, определяемая как произведение массы сброса на коэффициент эколого-экономической опасности;

$K_э$ — коэффициент экологической ситуации [24].

Произведем расчет эколого – экономического риска при разливе нефти вследствие крушения поезда.

Выполним расчет ущерба.

Вследствие крушения грузового поезда, состоящего из 15 цистерн марки 15-1566 для перевозки нефти и вязких нефтепродуктов, произошел разлив нефти. Грузоподъемность цистерны марки 15-1566 для перевозки нефти и вязких нефтепродуктов составляет 63,5 т, произошла разгерметизация 12 цистерн из 15, соответственно масса разлитой нефти составит 762 т. Плотность нефти 900 кг/м³.

В случае, когда нет защитных ограждений, то растекание идет по грунту и площадь ограничена естественными границами (дороги, канавы т. д.), если необходимая информация отсутствует, то толщина разлившегося слоя принимается $h = 0,05$ м и определяют площадь разлития:

$$F_{раз} = m_{ж} / (h \cdot \rho_{ж}), \quad (11)$$

где $m_{ж}$ — масса горючей жидкости, кг

h — толщина разлившегося слоя, м

$\rho_{ж}$ – плотность горючей жидкости, кг/м^3 .

Ущерб от загрязнения почвы определяется по формуле:

$$U_{зем} = H_c \cdot S \cdot K_э = 1,1 \cdot 188\,000 \cdot 1,69 = 349\,492 \text{ руб.}$$

где $H_c = 188\,000 \text{ руб./га}$ — норматив стоимости земель;

$S = m_{ж} / (h \cdot \rho_{ж}) = 762\,000 / (0,05 \cdot 900) = 16\,933 \text{ м}^2 = 1,69 \text{ га}$ — площадь земель, загрязненных химическим веществом;

$K_э$ — коэффициент экологической ситуации, равный 1,1.

Ущерб от загрязнения атмосферы при разливе нефти вследствие крушения поезда составит:

$$U_{атм} = U_{уд} \cdot M \cdot K_э = 36,3 \cdot 762 \cdot 0,7 = 19\,362,4 \text{ руб.}$$

где $U_{уд}$ — величина экономической оценки удельного ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, 36,3 руб/усл. т;

$M = 762 \text{ т}$ — приведенная масса выбросов, определяемая как произведение массы выброса на коэффициент эколого-экономической опасности;

$K_э$ — коэффициент экологической ситуации, равный 0,7.

Ущерб от загрязнения водоема при разливе нефти вследствие крушения поезда

$$U_{вод} = U_{уд} \cdot M \cdot K_э = 2708,6 \cdot 762 \cdot 20 = 41\,279\,064 \text{ руб.}$$

где $U_{уд}$ — величина экономической оценки удельного ущерба от сбросов загрязняющих веществ в водный объект, 2708,6 руб/усл. т;

M — приведенная масса сбросов, определяемая как произведение массы сброса на коэффициент эколого-экономической опасности, 762 т

$K_э$ — коэффициент экологической ситуации, равный 20

Результаты расчета эколого-экономического ущерба при загрязнении водоема представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты расчета эколого-экономического ущерба

Фактор риска	Наименование опасного вещества	Масса опасного вещества, т	Норматив стоимости земель, руб/га	Площадь загрязненных земель, га	Величина удельного ущерба, руб./усл.т	Коэффициент экологической ситуации	Величина возможного ущерба, руб
Разлив нефти вследствие крушения поезда и разгерметизации цистерн							
Разлив на почву	Нефть	762	188 000	1,69		1,1	349 492
Выброс в атмосферу	Нефть	762			36,3	0,7	19 362,4
Разлив в водоем	Нефть	762			2708,6	20	41 279 064

Суммарная величина эколого-экономического ущерба составила 41 647 918,4 руб.

Эколого-экономический риск может определяться средним ущербом в расчете на год:

$$R = Q \cdot W \quad (12)$$

где — вероятность реализации неблагоприятного (для окружающей среды) события или неблагоприятного сценария развития;

$W = 41\,647\,918,4$ руб. — оценка их последствий (ущерба).

Вероятность крушения поезда $Q = 9,65 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$ определена авторами работы [2] на основе статистических данных.

Результаты расчета показывают, что эколого-экономический риск при разливе нефти вследствие крушения поезда и разгерметизации цистерн составляет — $R = Q \cdot W = 9,65 \cdot 10^{-5} \cdot 41\,647\,918,4 = 4019,1$, руб/год.

Из полученных расчетов видно, что общий ущерб, нанесенный окружающей среде при реализации аварии составит 41 647 918,4 руб. Размер расходов, которые необходимо будет произвести для локализации возникшей аварии, предотвращения большего размера ущерба и ликвидации последствий загрязнения, определяется условной величиной в 20 % от суммарного размера ущерба [2], который может быть причинен объектам окружающей природной среды, что составляет 8 329 583,7 руб.

2.3 Оценка риска угрозы здоровью человека при воздействии пороговых токсикантов

Любое вредное вещество, которое попадает в окружающую среду, образует риск угрозы здоровью человека. Риск будет зависеть от дозы вещества, которое поступило в организм. Зависимость риска от дозы загрязнителя может быть разной, основные виды этой зависимости представлены на рисунке 4.

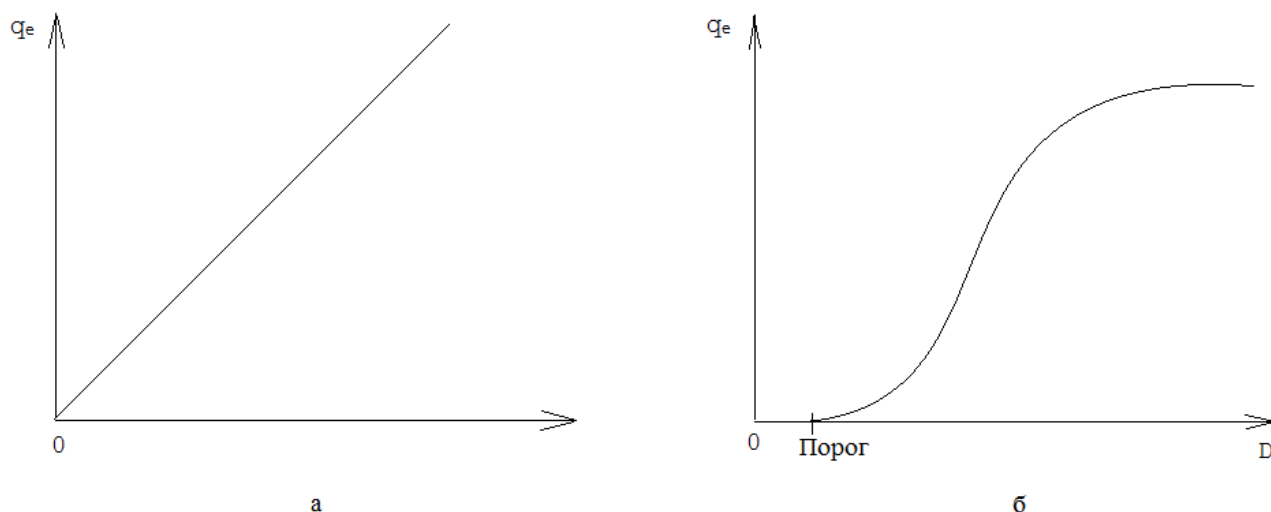


Рисунок 4 – Соотношение между дозой (D) и откликом на неё (частотой дополнительного риска q_e): а – линейная связь для беспорогового загрязнителя, б – сложная связь для порогового загрязнителя

Загрязнители, у которых негативное воздействие проявляется уже при очень малых дозах и прямо пропорционально концентрации загрязнителя в воздухе, воде или продуктах питания, называются беспороговыми загрязнителями. Линейной зависимостью риска от дозы характеризуются канцерогены, т.е. вещества, вызывающие появление и рост злокачественных опухолей [25].

Зависимостью другого вида обладают пороговые загрязнители, их действие вызывает негативные последствия только, если величина дозы превзойдет некоторое пороговое значение. Считается, что пороговыми загрязнителями являются токсические, но не канцерогенные вещества.

Доза загрязнителя D определяется произведением его концентрации в воздухе, питьевой воде или пищевых продуктах (C), скорости его поступления в организм (v) и временем поступления в организм (t):

$$D = c \cdot v \cdot t \quad (13)$$

Концентрацию (C) обычно выражают в $\text{мг}/\text{м}^3$ (для воздуха), в $\text{мг}/\text{л}$ (для воды) или в $\text{мг}/\text{кг}$ (для продуктов питания). Скорость (интенсивность)

поступления (v) измеряется в л/мин или м³/сут (воздух), л/сут (вода), кг/день или кг/год (продукты питания) [26].

Значения пороговой мощности дозы H_D бензола составляет $9 \cdot 10^{-3}$ мг/кг·сут

В процессе выполнения задач, в которых подвергнуто рассмотрению вдыхание токсиканта, его среднее количество поступления m на 1 кг массы тела человека, определяется по формуле

$$m = \frac{C \cdot V \cdot f \cdot T_v}{P \cdot T}, \quad (14)$$

где C – концентрация токсиканта в воздухе, мг/м³

V – объем воздуха, поступающего в легкие, м³/сут (считается, что взрослый человек вдыхает 20 м³ воздуха ежедневно)

f – количество дней в году, в течение которых происходит воздействие токсиканта

T_v – количество лет, в течение которых происходит действие токсиканта

P – средняя масса тела взрослого человека, принимаемая равной 70 кг.

T – усредненное время воздействия токсиканта (или средняя продолжительность возможного воздействия токсиканта за время жизни человека), принимаемое равным 30 годам (10950 суток).

После того, как вычислено среднесуточное поступление токсиканта, отнесенное к 1 кг массы тела, рассчитывается величина, называемая индексом опасности. Её обозначают через HQ (Hazard Quotient) и определяют выражением

$$HQ = \frac{m}{H_v} \quad (15)$$

где H_v – пороговая мощность дозы.

Если $HQ < 1$, то опасности и риска угрозы здоровью нет. Если же $HQ > 1$, то существует опасность отравления, которое тем больше, чем больше индекс HQ превышает единицу.

Если в воздухе, питьевой воде или пище содержатся несколько токсикантов, то полный индекс опасности HQ_t равен сумме индексов опасности отдельных токсикантов:

$$HQ_t = HQ_1 + HQ_2 + HQ_3 + \dots + HQ_n \quad (16)$$

Если $HQ_t < 1$, то опасности нет, риск угрозы здоровью отсутствует [27].

Рассчитаем риск угрозы здоровью человека в результате вдыхания паров бензола.

Считать, что человек вдыхает пары бензола, находясь в цистерне во время чистки. Пороговая мощность дозы бензола при его поступлении с воздухом составляет $9 \cdot 10^{-3}$ мг/кг·сут. Значение ПДК_{МР} бензола в воздухе составляет 15 мг/м³

Определение концентрации бензола внутри цистерны после слива нефтепродуктов.

Концентрация паров над поверхностью жидкости определяется по методике, приведенной на рисунке 7.4 «График для определения давления паров различных веществ». Она для бензола определяется по графику зависимости концентрации паров в единицах измерения парциального давления от температуры. Летом наиболее вероятная максимальная температура цистерны составляет $T = 30^\circ\text{C}$. Для этой температуры парциальное давление паров бензола составит $P = 80$ мм.рт.ст, что соответствует объемной концентрации $X = 10,5 \% = 105\,000$ ppm [1].

Для того, чтобы вычислить весовую концентрацию паров бензола используем переводной коэффициент K (для бензола) = 3,250 [3].

Весовая концентрация составит $3,250 \cdot 105\,000 = 341\,250$ мг/м³ внутри цистерны после слива нефтепродуктов [3]. При этом для бензола ПДК_{МР} = 15 мг/м³. Ожидаемая концентрация бензола превышает допустимую в 22 750 раз. Поэтому работы по чистке цистерны без СИЗ невозможны.

Если для защиты от паров бензола применить фильтрующие противогазы марки А, то время их действия при ожидаемых концентрациях будет менее 1 часа. Использование фильтрующих противогазов достаточно

дорого. Поэтому возникает необходимость применения изолирующего шлангового противогаза, к примеру – ПШ-1.

Противогаз ПШ-1 предназначен для защиты органов дыхания, глаз и кожи лица человека от любых вредных примесей в воздухе, независимо от концентрации, а также для работы в условиях недостатка кислорода в воздухе рабочей зоны, для работы в емкостях, колодцах, цистернах, отсеках, резервуарах и замкнутых ограниченных объемах.

Также ПШ-1 имеет пояс особой конструкции, который дополнен плечевым ремнем из хлопчатобумажной ленты, что исключает сползание плечевых лямок с плечевого сустава. Поясные и наплечные пряжки изготовлены из искробезопасного материала. Воздухоподводящий армированный резиновый шланг не подвергается сдавливанию и перегибам при случайном закрытии люка или падении на него тяжелых предметов.

Использование шлангового изолирующего противогаза обеспечивает высокий уровень безопасности работ при чистке цистерн, а также снижение уровня риска.

Попадание бензола на кожу кожей вызывает сухость, трещины, зуд. Кожа может покраснеть, возможно появление пузырьковой сыпи. В том случае, если бензол попадет через кожу в кровь, возможны серьезные изменения в составе крови. Работы по чистке цистерн рекомендуется проводить только при наличии изолирующих противогазов, для защиты кожи использовать специальный защитный костюм, резиновые сапоги и перчатки [27].

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Перевозки нефти и нефтепродуктов по железным дорогам сопряжены с опасностью возникновения аварийных происшествий, последствиями которых могут быть проливы различного масштаба, а при неблагоприятных стечениях обстоятельств – пожары и взрывы, приводящие к значительным материальным потерям, загрязнению местности и поражению токсичными веществами значительных масс людей.

Аварийный риск является количественной мерой безопасности в чрезвычайных ситуациях. Анализ и оценка аварийным риском при движении поездов с нефтепродуктами дает возможность разработать организационно-технические мероприятия по предупреждению и уменьшению последствий чрезвычайных ситуаций при перевозке нефти и нефтепродуктов по железным дорогам с целью сохранения безопасной среды обитания. В тоже время эколого-экономическая оценка аварийного риска при перевозке нефтепродуктов на железнодорожном транспорте позволит грузоперевозчикам, страхователям и страховщикам грузов оценивать и предвидеть возможные убытки от аварийных происшествий.

Суть выпускной квалификационной работы по теме: «Оценка рисков при перевозке нефти и нефтепродуктов железнодорожным транспортом» заключается в изучении технологии транспортировки нефти и нефтепродуктов

по железной дороге и расчете некоторых видов рисков при перевозке нефти и нефтепродуктов железнодорожным транспортом.

Целью экономической части ВКР является оценка экономической ценности расчета рисков, с помощью которых возможно повышение уровня безопасности грузоперевозок нефтепродуктов.

Для достижения поставленной цели, были определены следующие *задачи*:

- 1) Провести анализ конкурентных технических решений
- 2) Определить структуру работ в рамках научного исследования
- 3) Определить трудоемкость выполнения работ
- 4) Разработать график проведения научного исследования
- 5) Рассчитать бюджет научно-технического исследования

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для анализа альтернативных способов транспортировки нефти и нефтепродуктов была выбрана оценочная карта. Для оценки конкурентных способов была выбрана шкала от 1 до 5, где:

- 1 – наиболее слабая позиция;
- 2 – ниже среднего, слабая позиция;
- 3 – средняя позиция;
- 4 – выше среднего, сильная позиция;
- 5 – наиболее сильная позиция.

В таблице 4 представлен анализ конкурентных технических решений.

Железнодорожный транспорт обозначен как «ЖД», автомобильный транспорт как «Авто», морской как «М».

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		ЖД	Авто	М	К _{ЖД}	К _{Авто}	К _М
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Надежность перевозок	0,09	5	4	5	0,45	0,36	0,4
Безопасность перевозок	0,1	4	2	4	0,4	0,2	0,4
Простота эксплуатации	0,09	3	4	2	0,27	0,36	0,18
Объемы перевозок	0,15	4	2	5	0,6	0,3	0,75
Сотрудничество с поставщиками	0,07	4	3	5	0,28	0,21	0,35
Скорость доставки груза	0,1	4	3	5	0,4	0,3	0,5
Зависимость перевозок от погодных условий	0,07	5	2	5	0,35	0,14	0,35
Экологическая безопасность перевозок	0,08	4	3	4	0,32	0,24	0,32
Необходимость специальной сети дорог	0,08	3	3	5	0,24	0,24	0,4
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности							
Цена	0,11	2	5	3	0,22	0,55	0,33
Конкурентоспособность	0,06	3	3	5	0,18	0,18	0,3
Итого	1	41	34	48	3,71	3,08	4,33

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_j, \quad (17)$$

где K – конкурентоспособность вида транспорта;

B_i – вес критерия (в долях единицы);

B_j – балл каждого вида транспорта (по пятибалльной шкале);

Согласно данным, представленным в таблице, можно сделать вывод, что использование морского транспорта для транспортировки нефти и нефтепродуктов является наиболее эффективным и целесообразным. Это обусловлено тем, что морским транспортом можно перевозить достаточно большие объемы грузов за относительно короткое время. При этом морской транспорт имеет высокие показатели надежности и безопасности грузоперевозок. Его конкурентоспособность находится на отметке высоких показателей, суммарный балл равен 4,33.

3.2 Планирование научно-исследовательской работы

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Реализация научно-исследовательского проекта по оценке рисков при перевозке нефти и нефтепродуктов железнодорожным транспортом состоит из 10 основных этапов, которые составляют структуру научного исследования. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Выбор темы выпускной квалификационной работы	Научный руководитель, студент
	2	Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	Научный руководитель, студент
	3	Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	Научный руководитель, студент

Продолжение таблицы 5

Основной этап	4	Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	Студент
	5	Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	Студент
	6	Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	Научный руководитель, студент
	7	Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	Студент
	8	Анализ полученных результатов	Студент
Заключительный этап	9	Подведение итогов выпускной квалификационной работы	Научный руководитель, студент
	10	Оформление расчетно-пояснительной записки выпускной квалификационной работы	Студент

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работы

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

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

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (18)$$

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

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

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

Определение продолжительности каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (19)$$

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

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

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

Результаты расчетов представлены в таблице 6.

3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (20)$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (21)$$

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

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

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

Коэффициент календарности в 2017 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1.477$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min}	t_{max}	$t_{ожи}$			
Выбор темы выпускной квалификационной работы	1	3	2	Научный руководитель	2	3
Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	2	4	2,3	Научный руководитель, студент	1	1
Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	2	4	2,5	Научный руководитель, студент	1	1
Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	10	15	13	Студент	13	19
Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	13	19	18	Студент	18	27
Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	1	3	2	Научный руководитель, студент	1	1
Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	9	16	14	Студент	14	21
Анализ полученных результатов	2	4	3	Студент	3	4
Подведение итогов выпускной квалификационной работы	2	4	3	Научный руководитель, студент	3	4
Оформление расчетно-пояснительной записки выпускной квалификационной работы	1	3	2	Студент	2	3

Таблица 7 – Календарный план-график выполнения ВКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				февраль			март			апрель			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Выбор темы ВКР	Научный руководитель	3												
2	Составление календарного плана ВКР	Научный руководитель, студент	1												
3	Подбор литературы для написания ВКР	Научный руководитель, студент	1												
4	Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения ВКР	Студент	19												
5	Написание теоретической части ВКР	Студент	27												
6	Подведение промежуточных итогов ВКР	Научный руководитель, студент	1												
7	Выполнение практической части ВКР	Студент	21												
8	Анализ полученных результатов	Студент	4												
9	Подведение итогов ВКР	Научный руководитель, студент	4												
10	Оформление расчетно-пояснительной записки ВКР	Студент	3												

Научный руководитель Студент

Построенный календарный план-график показывает, что наиболее продолжительными этапами работы являются: «Написание теоретической части ВКР» (27 дней), «Выполнение практической части ВКР» (21 день) и «Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения ВКР» (19 дней). В ходе НИР руководитель темы участвует в работе в течении 7 календарных дней, студент – в течении 84 календарных дней. Общая продолжительность работ в календарных днях составила 84 дня.

3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

3.3.1. Расчет материальных затрат НТИ

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 8.

Таблица 8 – Материальные затраты

Наименование		Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Бумага	пачка	1	300	300
Картридж	шт.	1	800	800
Ручка	шт.	5	15	75
Карандаш	шт.	3	10	30
Тетрадь	шт.	2	35	70
Итого				1275

3.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

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

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (22)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (15 % от $Z_{\text{осн}}$).

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (23)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (24)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

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

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p \quad (25)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент;

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_m = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 54704$$

Месячный должностной оклад инженера (дипломника), руб.:

$$Z_m = 17000 \cdot (1 + 0,2 + 0,2) \cdot 1,3 = 30940$$

Таблица 9 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель темы	Инженер (дипломник)
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	118	118
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	28	28
- невыходы по болезни	15	5
Действительный годовой фонд рабочего времени	190	200

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{54704 * 10,4}{190} = 2994,3$$

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{30940 * 11,2}{200} = 1732,6$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель: $T_p = 13$ раб.дней

Студент: $T_p = 67$ раб.дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$З_{\text{осн}} = 2994,3 * 13 = 38925,9 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата студента составила:

$$З_{\text{осн}} = 1732,6 * 67 = 116084,2 \text{ руб.}$$

Таблица 10 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	k_p	$З_{\text{м}}$, руб	$З_{\text{дн}}$, руб.	T_p , раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Научный руководитель	26300	0,3	0,3	1,3	54704	2994,3	13	38925,9
Студент	17000	0,2	0,2	1,3	30940	1732,6	67	116084,2
Итого $З_{\text{осн}}$								155010,1

3.3.3 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

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

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (26)$$

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

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты, 0,12;

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

Таблица 11 – Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Студент
Основная зарплата	38925,9	116084,2
Дополнительная зарплата	4671,1	13930,1
Итого, руб	173611,3	

3.3.4 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (27)$$

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

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,3 * 173611,3 = 52083,4 \text{ руб}$$

3.3.5 Накладные расходы

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр}} \quad (28)$$

Накладные расходы составили:

$$З_{\text{накл}} = (1275 + 173611,3) * 0,16 = 27981,8 \text{ руб}$$

3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 12 – Расчет бюджета затрат ВКР

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля от общих затрат, %
1. Материальные затраты НТИ	1275	0,5
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	155010,1	60,8
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	18601,2	7,3
4. Отчисления на социальные нужды	52083,4	20,4
5. Накладные расходы	27981,8	10,9
6. Бюджет затрат НТИ	254951,5	100

Таким образом, оценка аварийного и эколого-экономического рисков позволяет разработать мероприятия по снижению уровня риска в целях повышения безопасности перевозок и сохранности грузов. Эколого-экономическая оценка аварийного риска позволит грузоперевозчикам, страхователям и страховщикам грузов оценивать и предвидеть возможные убытки от аварийных происшествий при перевозке нефтепродуктов на железнодорожном транспорте.

Был проведен анализ конкурентных технических решений, который показал, что использование морского транспорта для транспортировки нефти и нефтепродуктов является наиболее эффективным и целесообразным. Это обусловлено тем, что морским транспортом можно перевозить достаточно большие объемы грузов за относительно короткое время. При этом морской

транспорт имеет высокие показатели надежности и безопасности грузоперевозок.

Была определена структура работ в рамках научного исследования. Реализация научно-исследовательского проекта по оценке рисков при перевозке нефти и нефтепродуктов железнодорожным транспортом состоит из 10 основных этапов, которые составляют структуру научного исследования.

Была определена трудоемкость выполнения работы, длительность выполнения работ в рабочих и календарных днях. Составлен календарный план-график выполнения ВКР, который показывает, что наиболее продолжительными этапами работы являются: «Написание теоретической части ВКР» (27 дней), «Выполнение практической части ВКР» (21 день) и «Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения ВКР» (19 дней). В ходе НИР руководитель темы участвует в работе в течении 7 календарных дней, студент – в течении 84 календарных дней. Общая продолжительность работ в календарных днях составила 84 дня.

Был рассчитан бюджет научно-технического исследования. Были рассчитаны материальные затраты НТИ, основные и дополнительные заработные платы руководителя и студента, отчисления на социальные нужды и накладные расходы. Проведенный расчет стоимости НТИ показал, что общая стоимость составляет 254951,5 рубль.

4 Социальная ответственность

В данном разделе ВКР рассматриваются опасные и производственные факторы на рабочем месте машиниста грузового поезда.

Раздел выполнен на основе материалов по вопросам охраны труда и окружающей среды, а также обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях.

От надежной и безопасной работы железнодорожного транспорта зависит вся деятельность и жизнь населения страны. Ежегодно в России перевозится транспортом около 3,5 млрд. тонн грузов. Ежедневно всеми видами транспорта перевозится более 100 млн. человек. Но при этом, на транспорте происходит значительное количество катастроф, аварий и происшествий, от которых погибает и травмируется большое число людей, наносится огромный материальный ущерб и вред окружающей среде.

Машинист поезда – железнодорожник, управляющий пассажирскими и грузовыми поездами, электропоездами различных сообщений и назначения. Машинист ведёт поезд, управляя локомотивом. Критериями, влияющими на трудоспособность машиниста, являются комфортные и безопасные условия труда.

Необходимо уметь управлять локомотивом, проводить небольшие слесарные работы, пользоваться радиосвязью. Знать устройство локомотива, правила движения на железной дороге.

Уверенность в себе, высокое чувство ответственности, быстрая реакция, способность концентрировать внимание, хорошее зрение (в том числе цветовое зрение), острый слух – это те качества, которыми должен обладать машинист поезда, чтобы сделать перевозку груза максимально надежной и безопасной.

4.1 Производственная безопасность

4.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

В результате анализа, на машиниста, управляющего грузовым поездом, влияют вредные факторы, представленные в таблице 13.

Таблица 13 – Вредные и опасные факторы

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы по ГОСТ 12.0.00.003-74, редакция 1999 г.		Нормативные документы
	Вредные факторы	Опасные	
Кабина машиниста грузового поезда: 1. Эксплуатация, ремонт и техническое обслуживание подвижного состава железных дорог	– повышенный уровень шума на рабочем месте; – повышенная вибрация; – повышенный уровень инфразвуковых колебаний; – повышенная скорость движения воздуха – отсутствие или недостаток естественной или искусственной освещенности рабочей зоны; – повышенный уровень электромагнитных излучений – повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования и воздуха рабочей зоны;	– механическое воздействие подвижных и вращающихся частей поезда – повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; – пожары, взрывы	1. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы 2. СанПиН 2.2.4-548-96 Параметры микроклимата 3. СанПиН 2.2.1-2.1.1.1278-03 Необходимые уровни освещенности 4. Инструкция по охране труда для локомотивных бригад ОАО “РЖД” ИОТ РЖД-4100612-ЦТ-023-2012

Шум

Основным источником шума в кабине машиниста поезда является генератор, тяговые двигатели, вентиляторы, ветродувы, ходовые части. В кабине электровоза во время движения со скоростью 20-100 км\час при закрытых окнах уровень эквивалентного звукового давления составляет 47-72 дБА, во время стоянки с работающим двигателем 52-63 дБА, при

одновременном разговоре машиниста с диспетчером 61-78дБА, в машинном отделении во время движения до 78дБА.

Согласно ГОСТ 12.1.003-83 допустимый уровень звукового давления для физической работы, связанной с точностью, сосредоточенностью или периодическим слуховым контролем, не должен превышать 80 дБА.

Согласно ГОСТ 12.4.011-75 в качестве средств индивидуальной защиты (СИЗ) машиниста поезда могут использоваться противошумные шлемы, наушники, заглушки. Они эффективно защищают организм от раздражающего действия шума, предупреждая возникновение различных функциональных нарушений и расстройств, если правильно подобраны и систематически используются.

Микроклимат помещения

В летний период температура воздуха в кабине существенно не отличается от наружной. Зимой кабина электровоза оснащена электрообогревательными приборами.

Наличие электропечи позволяет поддерживать стабильную температуру в кабине в границах гигиенично-допустимых величин в условиях холодного периода года.

На маневровом локомотиве неблагоприятный микроклимат обусловлен необходимостью работы с открытыми окнами. В связи с сильным охлаждением (при низкой наружной температуре), машинист пытается по возможности закрывать окна. Это приводит к быстрому повышению температуры. На протяжении часа температура может меняться со значительными перепадами. Создание благоприятных температурных условий на маневровом локомотиве с открытыми окнами невозможно. Перепад температуры по вертикали между уровнем головы и ног машиниста составляет 6-15°C. Относительная влажность воздуха в кабинах зимой от 15 до 40%. Скорость движения воздуха при открытых окнах не превышает 0,5 м/с. В летний период температура в кабине повышается до 33-34°C, в зимний снижается до 5-10°C.

Выхлопные газы, которые выделяют мощные двигатели, могут попадать в кабину и загрязнять воздух токсическими веществами: окисью углерода, азота, серы, альдегидами, сажей. Превышение ПДК наблюдается в редких случаях.

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений" средняя температура воздуха в кабине машиниста при закрытых окнах весной, зимой и осенью должна быть 16- 18°C, при этом перепад температуры на уровнях 50-100 мм и 1,5-2 м от пола не должен превышать 3-5°C. При больших перепадах температуры появляется состояние дискомфорта. Устройство боковых окон в кабине машиниста должно обеспечивать отсутствие сквозняков, а также чрезмерного перепада давлений в кабине при их открытии, вызывающего болевые ощущения в ушах.

Для создания нормального микроклимата в переходное и холодное время года должна быть предусмотрена система отопления с обеспечением возможно большей равномерности температуры воздуха во всем объеме кабины. Этому способствует хорошая герметизация пола, окон, дверей кабины. Воздух к отопительно-вентиляционной установке должен поступать снаружи очищенным от пыли. Использование установки летом в качестве вентиляционной позволяет снижать температуру в кабине на 3-6°C, однако в условиях жаркого климата вентиляционная установка не решает проблемы создания оптимального микроклимата в кабине. Поэтому радикальным мероприятием для улучшения условий труда локомотивных бригад при высоких температурах наружного воздуха является оборудование кабины машиниста установкой для кондиционирования, позволяющей понизить температуру воздуха во всем объеме кабины, очистить его от пыли и обеспечить подачу свежего воздуха [28].

Освещенность

Естественное освещение в светлое время суток как правило соответствует нормативам, из-за большой площади остекления кабины. В темное время суток в кабине работает система искусственного освещения:

общее и местное. Общее освещение предназначено для работы бригады во время стоянки. Местное освещение служит для подсветки рабочей поверхности во время движения.

В большинстве случаев на локомотивах старого образца, местное освещение организовано неправильно, без учета особенностей труда в условиях «Темновой адаптации», т.е. без возможности индивидуального подбора уровня освещенности.

Согласно ОСТ 32.120-98 «Нормы искусственного освещения объектов железнодорожного транспорта» кабина машиниста:

1) должна быть оборудована системой освещения, работающей от напряжения переменного тока не выше 42 В, а от напряжения постоянного тока - не выше 110 В.

2) В кабине должны быть предусмотрены розетки для включения переносных светильников.

3) Рабочее освещение в кабине управления должно быть выполнено светильниками общего освещения с лампами накаливания.

4) Рабочее освещение при включении режима «яркий свет» должно обеспечивать на пульте управления кабины освещенность в пределах от 20 лк до 60 лк при неравномерности освещенности (отношение максимальной освещенности к минимальной) 2:1, а режима «тусклый свет» - (10 - 15) % освещенности от фактического максимального ее значения в «режиме яркий свет». Аварийное освещение - 3 лк.

5) Светильники рабочего и аварийного освещения следует располагать таким образом, чтобы их прямой и отраженный от стекол кабины и приборов световой поток не попадал в глаза машиниста и его помощника при управлении локомотивом в положении сидя и стоя.

6) Устройства местного освещения контрольно-измерительных приборов на пульте управления должны обеспечивать возможность плавной регулировки яркости шкал с белым полем в диапазоне от минимальных значений, составляющих не более $0,6 \text{ кд/м}^2$, до максимальных не менее 2 кд/м^2 ,

но не более 5 кд/м². При этом неравномерность освещения шкал не должна превышать 3:1.

Вибрация

Вертикальное и горизонтальное покачивание кузова локомотива являются источниками низкочастотной и высокочастотной вибрации. Низкочастотные компоненты соответствуют собственным покачиваниям кузова, высокочастотные обусловлены проведением вибрации колесных пар через рессорную систему и систему опирания кузова на ходовую часть, а также влиянием вибрации силовых установок. Вибрация, которая регистрируется на креслах машиниста и его помощника на электровозе, при определенных условиях может быть выше допустимого уровня. Частота основных колебаний не превышает 5 Гц. На рабочих местах ЛБ (на полу, на сидении) электровоза вибрация превышает ПДУ преимущественно в средней и нижней частях спектра среднегеометрических частот от 1,5 до 14 раз по вертикальным составным и от 1,1 до 10 раз по горизонтальным. Вследствие комплексного воздействия шума и вибрации, у машинистов значительно снижается внимание, замедляется реакция, снижается чувствительность зрения и светоощущения.

Согласно документу «Санитарные нормы вибрации в кабине машиниста тягового подвижного состава железнодорожного транспорта N 4249-87» Вибробезопасные условия труда должны быть обеспечены:

- 1) применением вибробезопасных машин;
- 2) применением средств виброзащиты (виброгасящие кресла и покрытие пола кабины, виброизоляция всей кабины);
- 3) проектировочными решениями, обеспечивающими гигиенические нормы вибрации на рабочем месте машиниста;
- 4) организационно-техническими мероприятиями, направленными на:
 - поддержание технического состояния машин на уровне, предусмотренном нормативно-технической документацией;
 - улучшением эксплуатации машин;
 - повышением качества капитального ремонта;

- улучшением состояния пути;
- проведением периодических эксплуатационных проверок вибрации;
- своевременным плановым ремонтом машин с обязательным послеремонтным контролем их вибрационных характеристик [29].

Инфразвуковые колебания

Главная причина возникновения инфразвука в диапазоне частот 4-16 Гц является взаимодействие потока воздуха с движущимся локомотивом. Также вклад вносит работа мотор-компрессора и мотор-вентиляторов.

Согласно «СП 2.5.1336-03 Санитарные правила по проектированию, изготовлению и реконструкции локомотивов и специального подвижного состава железнодорожного транспорта

Уровни инфразвука на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений, приведенных в таблице 14.

Таблица 14 – предельно допустимые уровни инфразвука в помещениях локомотивов и СПС

Место измерения инфразвука	Предельно допустимые уровни звукового давления, в дБ			
	2,0	4,0	8,0	16,0
Кабины локомотивов	102	102	99	99
Помещения СПС	102	102	99	99
Служебно-бытовые помещения в составе вагонов СПС	99	96	93	93

Средства индивидуальной защиты машиниста поезда

В соответствии с «ТИ-010-2002 Типовая инструкция по охране труда для машиниста электровоза (тягового агрегата)»

На каждом поезде должны быть следующие средства индивидуальной защиты:

- 1) Диэлектрические перчатки на напряжение выше 1000 В (одна пара на работника локомотивной бригады).

2) Диэлектрические коврики (два - на односекционный локомотив, один - на секцию двухсекционного локомотива).

3) Штанги для заземления первичной обмотки тягового трансформатора (только для тягового двигателя переменного тока - одна на секцию локомотива).

4) Штанги изолирующие для отключения разъединителей тяговых двигателей (одна на секцию локомотива).

5) Три пары шумоизолирующих наушников [30].

4.1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.

Электробезопасность

Опасное воздействия на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляются в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей зависит от:

- 1) – рода и величины напряжения и тока;
- 2) – частоты электрического тока;
- 3) – пути тока через тело человека;
- 4) – продолжительности воздействия электрического тока или электромагнитного поля на организм человека;
- 5) – условий внешней среды.

В кабине машиниста поезда должны выполняться все требования и предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов, представленных в ГОСТ 12.1.038-82.

Электробезопасность должна обеспечиваться:

- 1) – конструкцией электроустановок;
- 2) – техническими способами и средствами защиты;

3) – организационными и техническими мероприятиями.

Электроустановки и их части должны быть выполнены таким образом, чтобы машинист не подвергался опасным и вредным воздействиям электрического тока и электромагнитных полей, и соответствовать требованиям электробезопасности.

Запрещается прикасаться к оборванным проводам контактной сети, воздушной линии электропередачи и находящимся на них посторонним предметам независимо от того, касаются или не касаются они земли или заземленных конструкций. При обнаружении оборванного провода контактной подвески или воздушной линии электропередачи, а также свисающих с них посторонних предметов необходимо принять меры к ограждению этого опасного места и, используя любой вид связи, сообщить об этом дежурным по станциям, ограничивающим перегон, поезвному диспетчеру, на ближайший дежурный пункт района контактной сети или района электроснабжения либо энергодиспетчеру.

Оказавшись на расстоянии менее 8 м от лежащего на земле оборванного провода, для предотвращения попадания под шаговое напряжение следует выходить из опасной зоны небольшими (не более 0,1 м) шагами, передвигая ступни ног по земле и не отрывая их одну от другой.

4.2 Пожарная и взрывная безопасность

Машинист несет ответственность за пожарную безопасность и системы пожаротушения принятых им локомотивов и МВПС.

Локомотивная бригада должна соблюдать следующие требования пожарной безопасности:

- 1) в кабине машиниста, дизельном помещении, высоковольтной камере запрещается провозить посторонние предметы;
- 2) служебные помещения и кабины машиниста локомотивов и МВПС следует постоянно содержать в чистоте;

- 3) смазочные материалы должны находиться только в металлических емкостях (бидонах, масленках и т.д.) с узкими горловинами и плотно закрывающимися крышками, а обтирочный материал как чистый, так и грязный - отдельно в металлических ящиках, ведрах с крышками;
- 4) все защитные устройства электрооборудования должны быть в исправном состоянии;
- 5) не допускается курение в машинном отделении и использование открытого огня на локомотивах и МВПС;
- 6) контролировать исправность систем пожаротушения, в том числе первичных средств пожаротушения [30].

4.2.1 Мероприятия для улучшения условий труда машиниста поезда

- 1) для снижения уровня шума применяется звукоизоляция кабины;
- 2) для уменьшения воздействия вибраций замена кресел машиниста на виброгасящие;
- 3) для снижения опасности травм при осмотре встречного поезда установка остекления кабины из закаленного стекла;
- 4) для снижения опасности пожара установить асбестовую прокладку между аппаратной камерой и кабиной;
- 5) для улучшения бытовых условий устанавливаются холодильники, биотуалеты;
- 6) для поддержания микроклимата установка кондиционеров в кабину машиниста.
- 7) Полы в кабине необходимо изготавливать из материалов, не накапливающих статического электричества.

Кроме всего вышеперечисленного на каждом электровозе или тепловозе должны быть следующие защитные средства:

- 1) перчатки резиновые диэлектрические (по одной паре на каждого работника локомотивной бригады);

- 2) ковры резиновые диэлектрические (два на секцию локомотива);
- 3) штанги для заземления первичной обмотки тягового трансформатора (одна на секцию электровоза переменного тока);
- 4) штанги изолирующие для отключения разъединителей тяговых двигателей (одна на секцию электровоза, тепловоза);
- 5) три пары шумоизолирующих наушников (на тепловозах, дизель - поездах и электровозах).

На локомотивах, эксплуатирующихся на тоннельных участках железных дорог, а также, независимо от этого, на тепловозах, оборудованных установками газового пожаротушения, должны быть противогазы (дежурные - на каждого члена локомотивной бригады).

Для хранения защитных средств на локомотивах должны быть предусмотрены специальные места.

На локомотиве должен быть перечень защитных средств, используемых на конкретной серии, типе локомотива, утвержденный службой локомотивного хозяйства железной дороги или руководителем депо.

Локомотивы, так же должны быть обеспечены огнетушителями, установками пожаротушения, пожарным инвентарем и пожарным ручным инструментом в соответствии с Инструкцией по обеспечению пожарной безопасности на локомотивах и моторвагонном подвижном составе.

Наличие и состояние защитных средств, инструмента, средств пожаротушения и пожарной сигнализации должны проверяться при каждом техническом обслуживании ТО-3 и текущем ремонте локомотивов с регистрацией в журнале ремонта локомотива [25].

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Основными причинами ЧС на железнодорожном транспорте являются:

- 1) Сход подвижного состава с рельсов (крушение) в результате столкновений, нарушения целостности путей, обрушения мостов;

- 2) Пожары, взрывы, утечки опасных грузов;
- 3) Наезд поездов на автомобили, гужевой транспорт, на мотоциклистов, велосипедистов, пешеходов;
- 4) Воздействие неблагоприятных погодных условий и стихийных бедствий: землетрясения, наводнения, обвалы, лавины, сели, оползни, ураганы, обильный снегопад, низкая температура воздуха.

ЧС на железнодорожном транспорте приводят к травмированию и гибели людей, повреждению и уничтожению материальных ценностей, нанесению ущерба окружающей природной среде.

Зоной повышенной опасности является железнодорожный путь, особенно в местах пересечения железной дороги с автодорогой или улицей в одном уровне. Как правило, такое пересечение устраивается под прямым углом, в местах хорошей видимости. Приближающийся поезд должен быть виден на менее чем за 400 метров. Переезд должен быть оборудован звуковой и световой сигнализацией, шлагбаумом.

Переходить железнодорожные пути нужно только в установленных местах, пользоваться пешеходными мостами, тоннелями, переездами с настилами, в местах установки указателя «Переход через пути». Перед началом перехода через железнодорожные пути необходимо убедиться в отсутствии движущегося поезда, локомотива, вагона. Во время перехода нужно быть предельно внимательным, особенно в условиях холмистой местности, плохой видимости, при наличии поворотов и растительности. Идти нужно под прямым углом, без остановки, не наступая на рельсы. Стоящие вагоны, локомотивы, цистерны нужно обходить на расстоянии не менее пяти метров от них.

В случае обнаружения дефектов на железнодорожном полотне необходимо сообщить об этом взрослым при отсутствии такой возможности нужно идти навстречу поезду и подавать машинисту сигнал, размахивая над головой платком или другой тканью. В условиях плохой видимости можно использовать ручной фонарик, любой другой источник света.

При возникновении в пути следования аварийной ситуации, угрожающей безопасности движения поездов или безопасности людей, работающих на путях и подвижном составе, машинист должен принять меры к экстренной остановке поезда, сообщить о случившемся по радиосвязи дежурному по железнодорожной станции и определить с ним порядок дальнейших действий.

1) При обнаружении пожара на локомотиве, МВПС или в составе поезда машинист обязан принять меры к остановке поезда. В дальнейшем локомотивная бригада должна действовать в соответствии с требованиями Инструкции по обеспечению пожарной безопасности на локомотивах и моторвагонном подвижном составе.

2) При возникновении пожара на паровозе машинист паровоза должен перекрыть кран на питательном кувшине, не допустить в нефтяной бак притока воздуха, плотно закрыв люки нефтяного бака, и принять меры к остановке поезда и ликвидации пожара.

3) В случае утечки и воспламенения нефтетоплива под паровозом или тендером пламя следует немедленно сбить песком, а паровоз по возможности передвинуть на другое место.

4) При обрыве заземляющих шунтов, кожухов электропечей, заземляющих проводников пульта управления, а также корпусов вспомогательных машин локомотивов, МВПС восстанавливать заземление оборудования следует только при опущенных токоприемниках и отключенном главном выключателе на электровозе переменного тока и быстродействующем выключателе на электровозе постоянного тока.

5) В случае обрыва и падения контактного провода, провода воздушной линии электропередачи на локомотив, МВПС или рядом с ним локомотивная бригада должна сообщить о случившемся поезвному диспетчеру и оставаться в кабине управления (будке машиниста).

6) В случае возгорания локомотива, МВПС (при падении провода на локомотив, МВПС) и невозможности дальнейшего пребывания на нем

локомотивная бригада должна сойти с локомотива, МВПС. При спуске с локомотива, МВПС следует спуститься до нижней ступени лестницы и, отпустив руками поручни лестницы локомотива, МВПС, спрыгнуть на земляное полотно. Во время приземления и после не касаться руками земли, рельса или локомотива, МВПС

7) В случае неминуемого столкновения локомотива, МВПС с внезапно возникшим на пути препятствием (выезд трактора, большегрузного автомобиля на путь на переезде и т.п.) машинист должен применить экстренное торможение, а помощник машиниста уйти в машинное (дизельное) отделение, салон вагона электропоезда, оставив двери открытыми для ухода машиниста из кабины управления.

8) В случае неисправности локомотива, МВПС машинист после остановки и приведения в действие вспомогательного тормоза локомотива при приведенных в действие автотормозах поезда должен объявить по радиосвязи об остановке поезда машинистам поездов, следующих по перегону, и дежурным по станциям, ограничивающим перегон, вызвать на локомотив начальника пассажирского поезда (при обслуживании локомотива одним машинистом), руководителя работ в хозяйственном поезде и согласовать с ними дальнейшие действия.

9) При повреждении крышевого оборудования на электровозе, электропоезде и невозможности дальнейшего следования локомотивная бригада должна отключить поврежденную секцию при всех опущенных токоприемниках, воздушные краны токоприемника моторного вагона поврежденной секции перевести в положение "Ручное - вспомогательный компрессор".

10) В случае вынужденной остановки поезда в тоннеле локомотивная бригада должна немедленно выявить причину остановки и определить возможность дальнейшего следования поезда. При обнаружении запаха газа локомотивная бригада должна надеть противогазы.

11) Запрещается соединять части поезда на перегоне: во время тумана, метели и при других неблагоприятных условиях, когда сигналы трудно различимы; Если соединить поезд невозможно, машинист должен затребовать вспомогательный локомотив или восстановительный поезд [25].

4.4 Экологическая безопасность

Перевозка опасных грузов железнодорожным транспортом сопряжена с риском значительного ущерба в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. Для снижения вероятности инцидентов и уменьшения их последствий необходимо знать и неукоснительно выполнять нормативные требования по перевозке опасных грузов по железным дорогам. Основные требования регламентируются Правилами перевозки опасных грузов железнодорожным транспортом и Европейским соглашением о международной перевозке опасных грузов. Изучение и выполнение нормативных требований позволит повысить безопасность доставки опасных грузов и существенно снизить затраты на ликвидацию последствий инцидентов при перевозке [21].

4.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Таблица 15 – Перечень нормативно-правовых актов, определяющих организационно-правовые нормы в области защиты граждан Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

№ п/п	№, дата	Наименование нормативного акта
1.	Указ президента РФ от 27.12.2010 №1632	О совершенствовании системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб на территории РФ
2.	Федеральный закон от 12 февраля 1998 года N 28-ФЗ	о гражданской обороне
3.	Федеральный закон от 21 Декабря 1994 Года N 69-ФЗ	о пожарной безопасности

Продолжение таблицы 15

4.	Федеральный закон от 21.12.1994 №68-ФЗ	о защите населения и территории от чс природного и техногенного характера
5.	Постановление правительства Российской Федерации от 1 декабря 2005 г. N 712	об утверждении положения о государственном надзоре в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, осуществляемом министерством российской федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий
6.	Постановление правительства Российской Федерации от 2 ноября 2000 г. N 841	об утверждении положения об организации обучения населения в области гражданской обороны
7.	Постановление правительства Российской Федерации от 4 сентября 2003 г. N 547	о подготовке населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера
8.	Постановление правительства Российской Федерации от 21 декабря 2004 г. N 820	о государственном пожарном надзоре
9.	Постановление правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 г. N 304	о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера
10.	Постановление правительства Российской Федерации от 26 ноября 2007 г. N 804	об утверждении положения о гражданской обороне в российской федерации
11.	Постановление правительства российской федерации от 30 декабря 2003 г. N 794	о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций
12.	Постановление правительства Российской Федерации от 24 марта 1997 г. N 334	"о порядке сбора и обмена в российской федерации информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера "
13.	Постановление правительства Российской Федерации от 29 ноября 1999 г. N 1309	о порядке создания убежищ и иных объектов гражданской обороны
14.	Постановление правительства Российской Федерации от 23 апреля 1994 г. N 359	об утверждении положения о порядке использования объектов и имущества гражданской обороны приватизированными предприятиями, учреждениями и организациями

Заключение

Таким образом, при выполнении выпускной квалификационной работы рассмотрены вопросы технологии транспортировки нефтепродуктов железнодорожным транспортом. Анализ технологии транспортировки нефтепродуктов позволил сформулировать основные возможные виды производственных аварий.

Для оценки возникающих при транспортировке нефтепродуктов железнодорожным транспортом рисков были изучены основные методы анализа и оценки риска. Определение вероятности и тяжести последствий железнодорожных аварий осуществлено методом Дельфи.

Наиболее вероятные аварии:

- 1) Утечка нефтепродуктов при их наливке в цистерну
- 2) Отравление токсикантами при ручной чистке резервуара
- 3) Сход поезда с рельс
- 4) Падение с высоты
- 5) Разлив нефтепродуктов в окружающую среду вследствие крушения поезда

По тяжести последствий наиболее опасными являются:

- 1) Пожар при наливке нефтепродуктов с человеческими жертвами
- 2) Разлив нефтепродуктов в окружающую среду вследствие крушения поезда
- 3) Отравление человека токсикантами при ручной чистке резервуара
- 4) Пожар в результате разгерметизации цистерн
- 5) Разрыв цистерны вследствие хим. реакции

По результатам исследований определено, что наиболее высок риск экологических аварий. Проведенные расчеты показали, что ущерб от загрязнения водоемов составляет 41 279 064 руб., почвы – 349 492 руб., атмосферы – 19 362,4 руб. Эколого-экономический риск при разливе нефти

вследствие крушения поезда и разгерметизации цистерн составляет 4019,1, руб/год.

Также в работе рассчитаны концентрации паров бензола в цистерне после слива нефтепродуктов. Их концентрация превышает ПДК_{МР} в десятки тысяч раз. Показано, что применение фильтрующего противогаса для чистильщика цистерны не эффективно. Проведено обоснование применения изолирующего противогаса.

Таким образом все поставленные в ВКР задачи решены и цель работы достигнута.

Список публикаций студента

1) Кривов, А. С. Обеспечение пожарной безопасности на железнодорожном транспорте при перевозке пассажиров [Электронный ресурс] / А. С. Кривов; науч. рук. Т. А. Задорожная // Неразрушающий контроль сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции "Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность", Томск, 23-27 мая 2016 г.: в 3 т.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) . — Т. 3 . — [С. 147-150] . — Заглавие с экрана. — [Библиогр.: с. 150 (4 назв.)]. — Свободный доступ из сети Интернет.

Список использованных источников

- 1) «Анализ состояния безопасности движения на железных дорогах России в 2007 г.». Отчет Департамента безопасности движения ОАО «РЖД». М.: 2008 г.
- 2) М.М. Викторов Методы вычисления физико-химических величин и прикладные расчеты. Химия, 1977. - 360 с.
- 3) Анненков А.В. «Оптимизация перевозок нефтеналивных грузов на железнодорожном транспорте». - М.: ВИНТИ РАН , 1999.-154 с.
- 4) Болодьян Н.А., Навценя В.Ю., Шебеко Ю.Н., Филиппов В.Н . «О пожаровзрывобезопасности перевозок грузов в железнодорожных цистернах». VI научно-практическая конференция «Безопасность движения поездов». М . 2005. С. VII-7.
- 5) Елохин А.Н . Анализ и управление риском. Теория и практика. - М.: Лукойл, 2000.
- 6) С.С. Тимофеева, Е.А. Камидуллина Оценка техногенных рисков. ИНФРА - М, 2015.
- 7) Козлитин А.М . Количественный анализ риска возможных разливов нефти и нефтепродуктов / А.М . Козлитин, А.И . Попов, П.А. Козлитин // Управление промышленной и экологической безопасностью производственных объектов на основе риска: Междунар. науч. сб. Саратов: СГТУ, 2005. С. 135-161 .
- 8) Петров СВ. , Сухов Ф.И . «К вопросу о классификации нарушений безопасности движения поездов (вагонное хозяйство)» // Труды VII научно-практической конференции «Безопасность движения поездов». М . 2006. С. 14-15.
- 9) Попов В.Г., Петров С. В. «Метод оценки аварийного риска при перевозке нефти и нефтепродуктов по железным дорогам» // Журнал «Безопасность жизнедеятельности» № 9. М . 2009. С. 39-43.

10) Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Риски в природе, техносфере, обществе и экономике. М.: Деловой экспресс, 2004 - 352 с.

11) Правила пожарной безопасности на железнодорожном транспорте. ППБО-109-92. В ред. Приказа МПС РФ от 06.12.2001 № 47.

12) Перевод концентрации газов. ПДК газов. Переводные коэффициенты из мг/м³ в ppmv. Таблица для взрывоопасных и токсичных веществ по ГОСТ 51330.19-99, ГОСТ 12.1.005-88, ВСН 64-86 // Инженерный справочник URL: <http://www.dpva.ru/Guide/GuideChemistry/Concentration/GasesConcentration/> (дата обращения: 04.05.17).

13) Филиппов В.Н., Недорчук Б.Л. «Общие технические требования по обеспечению безопасности перевозок при проектировании вагонов-цистерн для опасных грузов». Труды научно-практической конференции «Безопасность движения поездов». М. 1999. С. 1-4.

14) Шебеко Ю.Н., Шевчук А.П., Смолин И.М., Филиппов В.Н., Черноплеков А., Бородкин А.Н., Симонов О.А. Гуринович Л. 1. Постановка задачи и рассмотрение типовых сценариев аварии.» Пожаровзрывобезопасность. № 4, 1992. С. 46-51.

15) Багров, А.И. Техногенные системы и теория риска. [Текст] / А.И. Багров, И.К. Мурзатов. - Рязань: РГУ имени С.А. Есенина. -2010. -205 с.

16) Влияние железнодорожного транспорта на экологию. Природа внутри [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://zelif.ru/ekoplanet/transport/136-railway-eco/332-railwayecology.html>

17) Воробьев, Д.С. Опыт применения инновационных технологий биоремедиации природных сред, загрязненных нефтью и нефтепродуктами [Текст] /

18) Д.С. Воробьев, С.В. Лушников, Н.А. Митрофанова, Ю.А. Франк // Материалы научно-практ. конференции «Исследования и разработки по предупреждению аварийных разливов нефти и ликвидация их последствий». - М.: Экспорт-Импорт, -2007. - с. 197-202.

19) Гоник, А.А. Уроки экологической катастрофы [Текст] / А.А. Гоник // Энергия: экономика, техника, экология. - Журнал Президиума РАН, 1999. -В. N 6. - С. 19-24.

20) ГОСТ РФ 54505-2011 Безопасность функциональная. Управление рисками на железнодорожном транспорте. Национальный стандарт Российской Федерации. Дата введения 01.08.2012 [Электронный ресурс]. - 2013. -Режим доступа: <http://docipedia.ru/?q=doc-full&nid=5147580>

21) Катин, В.Д. Ранжирование территории влияния железной дороги в минимизации рисков чрезвычайных ситуаций [Текст] / В.Д. Катин, А.Н. Луценко // Евразийский союз ученых (ЕСУ). - 2014. - № 4. -С. 109-111 (ISSN 2575-7999).

22) Костиков, В.А. Надежность технических систем и техногенные риски [Текст] / Костиков В.А. -М.: МГТУГА, -2008. -136 с.

23) Кузьмин, И.И. Безопасность и риск: эколого-экономические аспекты [Текст] / И.И.Кузьмин, Н.А.Махутов, С.В. Хетагуров - СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет экономики и финансов, 1997. -76 с.

24) Лисенков, В.М. Статистическая теория безопасности движения поездов: [Учеб. для вузов ж. д. транспорта]. / В. М. Лисенков // Министерство путей сообщения РФ, Российская академия наук –М.: ВИНТИ, 1999. -331 с.

25) Луценко, А.Н. О применении инновационных сорбентов и устройств для ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс]. А.Н. Луценко // Технологии техносферной безопасности. №3 (43) – июнь 2012 г. - Режим доступа: <http://ipb.mos.ru/ttb>

26) Луценко, А.Н. Обеспечение безопасности перевозок опасных наливных грузов железнодорожным транспортом [Текст] / А.Н. Луценко, В.Д. Катин // Труды Всероссийской молодежной научно-практической конференции (10-13 апреля 2012 года) «Научно-технические проблемы транспорта, промышленности и образования» - Хабаровск: Издательство ДВГУПС, 2012 - 298-304 с.

27) Медведев, В.И. Методы управления безопасностью перевозочного процесса опасных грузов и пути повышения экологической безопасности на железнодорожном транспорте // Медведев Владимир Ильич. – Н.: СибГУПС, 2001. -349 с.

28) Методика определения ущерба окружающей природной среде и дополнительных расходов железных дорог, возникающих при аварийных ситуациях с опасными грузами [Текст] / МПС России, МПР Росиии. - М., 2001. -198 с.

29) Методы анализа риска. [Электронный ресурс]. // Информационный портал obzh. -2013. -Режим доступа: [http://www.obzh.ru/информационный портал,168.html](http://www.obzh.ru/информационный_портал,168.html)

30) О железнодорожном транспорте в Российской Федерации. Федеральный закон от 10 января 2003 г. №17-ФЗ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://base.garant.ru/12129474/>

Приложение А

(справочное)

Опасные грузы, относящиеся к продуктам переработки нефти

Наименование опасного груза	№ вещества по списку ООН	Класс, подкласс опасного груза	№ класса, подкласса, характеризующий дополнительный вид опасности	Примечания
Бензин	1115	3		
Бензин автомобильный	1203	3		
Бензин газовый	1257	3		
Газоконденсат	1864	3		
Уайт-спирит	1300	3		
Бензол	1114	3		
Бутан или смеси бутана	1011	2.3	3	
Газ нефтяной (крекингový), содержащий окись углерода	1071	2		
Гексаны	1208	3		
Гептаны	1206	3		
Декан	2247	3		
Дизельное топливо	1202	3		
2,3-Диметилбутан	2457	3		
Диметилциклогексаны	2263	3		
Дистилляты нефти	1268	3		
Изобутан и его смеси	1969	2		
Керосин	1223	3		
Нефть	1270	3		
Нефть сырая	1267	3		

Наименование опасного груза	№ вещества по списку ООН	Класс, подкласс опасного груза	№ класса, подкласса, характеризующий дополнительный вид опасности	Примечания
Бензины-растворители	1271	3		
Пропан	1978	2		
Сера	1350	4.1		
Этан жидкий охлажденный	1961	2		
Этан сжатый	1035	2		
Ксилолы	1307	3		
Водород охлажденный жидкий	1966	2		
Водород сжатый	1049	2		

Приложение Б

(обязательное)

Опросный лист

Вид работ	Опасности	Частота возникновения					Тяжесть последствий				
		Часто	Вероятно	Возможно	Редко	Невероятно	Катастрофично	Критично	Некритично	С малыми последствиям	Без последствий
Маркировка цистерн	Падение с высоты										
Налив нефтепродуктов в цистерны	Утечка нефтепродуктов										
	Разрыв цистерны вследствие хим. реакции										
	Перелив нефтепродуктов										
	Пожар										
Транспортировка нефтепродуктов	Сход поезда с рельс										
	Крушение поезда с разгерметизацией цистерн										
	Разлив нефтепродуктов в окружающую среду без возгорания										
	Пожар в результате разгерметизации цистерн										
	Пожар с человеческими жертвами										
Слив	Утечка нефтепродуктов при										

Приложение Б

(обязательное)

Опросный лист

Вид работ	Опасности	Частота возникновения					Тяжесть последствий				
		Часто	Вероятно	Возможно	Редко	Невероятно	Катастрофично	Критично	Некритично	С малыми последствиям	Без последствий
нефтепродуктов	сливе										
	Пожар										
	Взрыв										
Чистка цистерн 1) Пропарка 2) Ручная чистка	Ожоги										
	Отравление токсикантами										
	Пожар										
Внешние события	Удар молнии										
	Землетрясение										
	Торнадо										
	Терроризм										

