

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

---

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

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций на железнодорожной станции Томск-Грузовой

УДК 614.8-047.43:656.21(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E41	Вотякова Наталья Владимировна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин А.А.	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

## Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения
<b>Общекультурные компетенции</b>	
P1	Организовать свою работу ради достижения поставленных целей с использованием эмоциональных и волевых особенностей психологии личности, готовности к сотрудничеству, расовой, национальной, религиозной терпимости, умения погашать конфликты, способностью к социальной адаптации, коммуникативностью, толерантностью
P2	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать личную ответственность за результаты работы.
P3	Использовать основные программные средства, глобальные информационные ресурсы и владение современными средствами телекоммуникаций, для решения профессиональных задач
P4	Использовать профессионально-ориентированную риторику, владеть методами создания понятных текстов, способностью осуществлять социальное взаимодействие на одном из иностранных языков
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
P5	Применять глубокие знания в области техносферной безопасности в деятельности по организации защиты человека в чрезвычайных ситуациях, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях
P 6	Применять глубокие знания в области техносферной безопасности в деятельности по прогнозированию, измерению и профилактике негативных воздействий на человека и природную среду, а также деятельности по контролю технического состояния и применения используемых средств защиты.
P7	Организовывать и проводить установку, эксплуатацию и техническое обслуживание средств защиты, а также обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей.
P8	Использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности, оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники.
P9	Решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива в области анализа опасностей техносферы, исследования воздействия антропогенных факторов и стихийных явлений на население и промышленные объекты, разработки методов и средств защиты в чрезвычайных ситуациях.

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

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

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Е.В.Ларионова  
 01.04.2019 г.

**ЗАДАНИЕ  
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
3-1E41	Вотякова Наталья Владимировна

Тема работы:

Оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций на железнодорожной станции Томск-Грузовой	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	24.01.2019 г. № 411/с

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

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования – склад ГСМ, находящийся на территории железнодорожной станции Томск-Грузовой.                  Участок транспортирования и склад ГСМ относятся к опасным производственным объектам, так как на их территории принимаются, хранятся и отпускаются потребителям легковоспламеняющиеся жидкости.                  Наличие на территории склада до 250 тонн светлых нефтепродуктов и 180 тонн нефтяных масел в резервуарах и разветвленной сети трубопроводов с фланцевыми соединениями представляет опасность аварийной разгерметизации с разливом нефтепродукта.                  По воздействию на организм человека применяемые на объекте нефтепродукты относятся к малоопасным веществам (IV класс опасности по ГОСТ 12.001.05).</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аналитический обзор по литературным источникам актуальности мероприятий при возникновении ЧС на железнодорожной станции.</li> <li>2. Определение возможных сценариев возникновения аварийной ситуации и ее развития.</li> <li>3. Оценка возможности возникновения чрезвычайных ситуаций на рассматриваемом объекте.</li> <li>4. Анализ наиболее вероятной схемы развития ЧС.</li> <li>5. Разработка мероприятий, направленных на повышение противоаварийной защиты и снижение масштабов последствий аварий.</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	Презентация на PowerPoint на 13 слайдах
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>  <i>(с указанием разделов)</i></p>	

Раздел	Консультант
Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Доцент, к.э.н. Подопригора Игнат Валерьевич
Раздел «Социальная ответственность»	Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин Гуляев Милий Всеволодович
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	01.04.2019 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		01.04.2019 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E41	Вотякова Наталья Владимировна		01.04.2019 г.

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

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

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
---------------------

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**

**Выполнения выпускной квалификационной работы**

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

Дата контроля	Название раздела модуля)/ вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.04.2019 г.	Введение	5
15.04.2019 г.	Литературный обзор	10
29.04.2019 г.	Объект, предмет и методы исследования	25
06.05.2019 г.	Проведение расчетов	20
13.05.2019 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	20
20.05.2019 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		01.04.2019 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ларионова Екатерина Владимировна	к.х.н.		01.04.2019 г.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 3-1E41	ФИО Вотякова Наталья Владимировна
------------------	--------------------------------------

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

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. Характеристика объекта исследования.	Объектом исследования является оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций на железнодорожной станции Томск-Грузовой. Склад ГСМ, кабинет заместителя главного инженера по ОТ и ТБ.
---	---

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность	<p>1. Проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы проектируемой производственной среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– повышенный уровень шума на рабочем месте;</li> <li>– недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>– повышенный уровень электромагнитных полей (ЭМП);</li> <li>– неудовлетворительный микроклимат;</li> <li>– поражение электрическим током.</li> </ul> <p>2. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов.</p>
3. Экологическая безопасность	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, утилизация компьютерной техники и периферийных устройств);</li> <li>– решение по обеспечению экологической безопасности.</li> </ul>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>1. Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul> <p>2. Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2019
--	------------

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-1Е41	Вотякова Наталья Владимировна		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-1Е41	Вотякова Наталья Владимировна

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение</b>	<b>ОКД</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	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	Бюджет затрат НИ 205120,48 руб.; Размер оклада руководителя проекта 22000 руб.; Размер оклада студента 8000 руб. Стоимость материальных ресурсов определена по средней стоимости по г. Томску
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Коэффициент выполнения нормы = 1; Число календарных дней в году – 365; Продолжительность выполнения проекта – 4 месяца; Дополнительная заработная плата – 15% от основной; Накладные расходы - 16% от суммы всех расходов.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Тариф страховых взносов – 28%

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Построение оценочной карты для сравнения конкурентных разработок
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Расчет материальных затрат наПО, заработную плату, дополнительные расходные материалы
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Карта сегментирования рынка услуг по разработке КМС</li> <li>2.Оценочная карта конкурентных разработок</li> <li>3.Матрица SWOT</li> <li>4.Перечень этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ</li> <li>5.Временные показатели проведения научного исследования</li> <li>6.Календарный план-график выполнения работ</li> <li>7.Бюджет ИП</li> <li>8.Расчет затрат на оборудование</li> <li>9.Расчет заработной платы исполнителей</li> <li>10. Отчисления во внебюджетные фонды</li> <li>11Расчет бюджета затрат НИИ</li> <li>12.Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности</li> </ol>
--

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.03.2019
---	------------

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-1E41	Вотякова Наталья Владимировна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит: 103 с., 5 рис., 39 табл., 39 источников, 5 прил.

Ключевые слова: оценка риска, аварийная ситуация, чрезвычайная ситуация, расчет количества моторных топлив, железнодорожная станция.

Цель работы – оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций на железнодорожной станции Томск-Грузовой.

Объект исследования – Склад горючих и смазочных материалов (ГСМ), находящийся на территории железнодорожной станции.

Основное направление – прием, хранение и налив бензина, дизельного топлива, моторных и дизельных масел в автоцистерны с дальнейшим их распределением потребителям ОАО «РЖД».

Единовременное хранение ГСМ на складе составляет 780 м<sup>3</sup>. Нефтепродукты поступают на склад железнодорожным транспортом. Степень загрузки склада составляет 100 %. Годовой вагонооборот склада ГСМ составляет 540 вагонов.

На рассматриваемом объекте наибольшую опасность, с точки зрения возникновения крупномасштабной аварии, представляет бензин и дизельное топливо, а именно полная или частичная разгерметизация ж/д цистерн с дальнейшим горением пролива груза.

Участок транспортирования и склад ГСМ относятся к опасным производственным объектам, так как на их территории принимаются, хранятся и отпускаются потребителям легковоспламеняющиеся жидкости.

Наличие на территории склада до 250 тонн светлых нефтепродуктов и 180 тонн нефтяных масел в резервуарах и разветвленной сети трубопроводов с фланцевыми соединениями представляет опасность аварийной разгерметизации с разливом нефтепродукта.

По воздействию на организм человека применяемые на объекте нефтепродукты относятся к малоопасным веществам (IV класс опасности по ГОСТ 12.001.05).

В процессе исследования проводились: характеристика опасного производственного объекта, определение возможных сценариев возникновения аварийной ситуации и ее развития; оценка возможности возникновения ЧС на рассматриваемом объекте; анализ наиболее вероятной схемы развития ЧС.

В результате исследования определены возможные сценарии возникновения аварийных ситуаций и разработаны мероприятия, направленные на повышение противоаварийной защиты и снижение масштабов последствий аварий на объекте.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ГСМ – горючие смазочные материалы;
- ЛВЖ – легко воспламеняющиеся жидкости;
- ж/д цистерна – железнодорожная цистерна;
- ж/д – железнодорожный;
- ПДК – предельно-допустимые концентрации;
- ОПО – опасный производственный объект;
- ТВС – топливно-воздушная смесь;
- ГЖ – газовые жидкости;
- Дизтопливо – дизельное топливо;
- УТВ – участок транспортирования опасных веществ;
- КДИ – комплекс дозирующий измерительный;
- НИ – научное исследование;
- ОТ и ТБ – охрана труда и техника безопасности;
- ЧС – чрезвычайная ситуация;
- НТИ – научно-техническое исследование.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	16
РАЗДЕЛ 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР .....	18
1.1. Основные причины возникновения аварийных ситуаций на железнодорожном транспорте.....	18
1.2. Характеристика опасного производственного объекта, в отношении которого проводится аналитика .....	19
1.3. Анализ известных аварий на объектах, связанных с обращением в них опасными веществами .....	25
РАЗДЕЛ 2. РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА .....	29
2.1. Анализ опасности рассматриваемого объекта .....	31
2.2. Типовые сценарии развития аварийных ситуаций на объекте....	33
2.3. Оценка вероятности реализации аварийной ситуации .....	34
РАЗДЕЛ 3. ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА ОПАСНОГО ВЕЩЕСТВА, УЧАСТВУЮЩЕГО В АВАРИИ.....	37
3.1. Расчет количества моторных топлив, участвующих в создании теплового излучения при реализации пожара пролива .....	37
3.2. Расчет количества моторных топлив, участвующих в создании ударной волны при реализации воспламенения ТВС, связанной с проливом моторных топлив.....	42
3.3. Количество моторных топлив, участвующих в создании теплового излучения при реализации «огненного шара».....	44
3.4. Расчет вероятных зон действия поражающих факторов .....	44
РАЗДЕЛ 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	54
4.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства .....	54
4.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	54
4.2. Производственная безопасность.....	55

4.2.1. Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований .....	55
4.2.2. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов .....	56
4.3. Экологическая безопасность.....	63
4.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду .	63
4.3.2. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	64
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	64
4.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС .....	64
4.4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС.....	65

РАЗДЕЛ 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ. РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....	68
5.1. Анализ конкурентных технических решений .....	68
5.2. Планирование научно-исследовательских работ.....	70
5.2.1. Структура работ в рамках научного исследования .....	70
5.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ .....	71
5.2.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	75
5.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	78
5.3.1. Расчет материальных затрат НТИ .....	78
5.3.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ	79
5.3.3. Основная заработная плата исполнителей темы.....	80
5.3.4. Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала .....	83
5.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).	83
5.3.6. Накладные расходы .....	84

5.3.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	85
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	86
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	88
Приложение 1. Обзорная схема расположения участка транспортирования и склада ГСМ на железнодорожной станции Томск-Грузовой .....	92
Приложение 2. План расположения технологического оборудования и сооружений участка транспортирования опасных веществ на железнодорожной станции Томск-Грузовой .....	93
Приложение 3. Характеристика опасных веществ, обращающихся на рассматриваемом объекте.....	94
Приложение 4. Развитие сценариев аварийных ситуаций на объекте	100
Приложение 5. Календарный план-график проведения НИОКР.....	102

## ВВЕДЕНИЕ

По железным дорогам России в год перевозятся более 500 млн. тонн опасных грузов. Железнодорожный транспорт представляет собой сложную социальную технико-экономическую систему, включающую в себя объекты различного назначения и подвижной состав. На железнодорожном транспорте в эксплуатации находятся технические средства и объекты, обладающие высокой опасностью. Функционирование этой сложной системы сопровождается возможностью возникновения различных чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами, риском гибели и травматизма людей, большими экономическими, социальными, экологическими и иными последствиями[16].

Вопросы обеспечения безопасности перевозок тесно связаны с оценкой рисков. Обеспечение эффективности и безопасности таких перевозок требует комплексного подхода в области оценки рисков с учетом особенностей железнодорожного транспорта и географии перевозок. Методы оценки рисков базируются на использовании статистических данных и метода экспертных оценок. Алгоритм формирования оценки риска строится на определении весовых оценок отказов, которые повлекли за собой аварии, формировании совокупной (интегральной) оценки вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций. Рассчитывается средневзвешенная цена риска, которая сравнивается с допустимой величиной риска. При этом учитывается, что если человеческие жертвы отсутствуют и цена риска меньше ожидаемой прибыли, то такой риск по коммерческим соображениям может считаться допустимым[17].

Современное производство постоянно усложняется. В нем все чаще применяются ядовитые и агрессивные компоненты. На железнодорожном транспорте перевозят большое количество химически, пожаро и взрывоопасных веществ. Все это увеличивает вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций.

Действия работников при возникновении ЧС на железнодорожной станции должны быть максимально оперативными, соответствовать характеру и масштабам аварийной ситуации и проводиться с учетом свойств грузов

(пожаровзрывоопасность, токсичность, коррозионность, окисляющее действие и др.), с соблюдением мер безопасности и профилактики.

Данная выпускная работа разрабатывается с целью оценки риска возникновения ЧС на железнодорожной станции Томск-Грузовой.

Объектом исследования является склад ГСМ, находящийся на территории станции.

Для достижения поставленной цели, необходимо решить ряд задач:

- характеристика исследуемого объекта;
- определение возможных сценариев возникновения аварийной ситуации и ее развития [18];
- оценка возможности возникновения чрезвычайных ситуаций на рассматриваемом объекте;
- анализ наиболее вероятной схемы развития ЧС;
- разработка мероприятий, направленных на повышение противоаварийной защиты и снижение масштабов последствий аварий [18].

## РАЗДЕЛ 1.ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

### 1.1. Основные причины возникновения аварийных ситуаций на железнодорожном транспорте

Железнодорожный транспорт, выполняющий огромные объемы перевозок пассажиров и грузов, в том числе опасных и особо опасных, относится к отраслям народного хозяйства с повышенным риском возникновения аварийных ситуаций.

Общие причины происшествий на железнодорожном транспорте:

- естественный физический износ технических средств;
- нарушение правил эксплуатации;
- усложнение технологий;
- увеличение численности, мощности и скорости транспортных средств;
- терроризм;
- рост плотности населения вблизи железнодорожных объектов;
- несоблюдение населением правил личной безопасности.

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

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

больших масс людей. При ликвидации последствий таких инцидентов помимо организации медицинской помощи пострадавшим необходимо проведение комплекса природоохранных мер [19].

## **1.2. Характеристика опасного производственного объекта, в отношении которого проводится аналитика**

Склад горючих и смазочных материалов (ГСМ), находящийся на территории железнодорожной станции Томск-Грузовой, предназначен для приема, хранения и налива бензина, дизельного топлива, моторных и дизельных масел в автоцистерны с дальнейшим их распределением потребителям ОАО «РЖД»: Томское управление аварийно-восстановительных работ, Управление автомобильной и специальной техники, Томское и Юргинское линейные производственные управления магистральных газопроводов.

Единовременное хранение ГСМ на складе составляет 780 м<sup>3</sup>. Нефтепродукты поступают на склад железнодорожным транспортом. Степень загрузки склада составляет 100 %. Годовой вагонооборот склада ГСМ составляет 540 вагонов.

Район, где расположен склад ГСМ, не сейсмичный. Землетрясения и лавины для данной местности не характерны.

В состав склада ГСМ входят следующие сооружения:

- сливная эстакада из железнодорожных цистерн;
- эстакада для налива ГСМ в автоцистерны;
- насосная с операторной;
- склад моторных топлив объёмом: 155 м<sup>3</sup> для бензина и 155 м<sup>3</sup> для дизтоплива;
- склад масел объёмом: 100 м<sup>3</sup> для масла моторного и 100 м<sup>3</sup> для масла дизельного;
- площадки переключающей арматуры для склада моторных топлив и склада масел;
- аварийно-дренажные ёмкости объёмом 63 м<sup>3</sup> (2 шт.);

- дренажные ёмкости при складе моторных топлив складе масел, эстакаде для налива ГСМ в автоцистерны;
- выгребы объёмом 20 м<sup>3</sup> и 100 м<sup>3</sup>;
- прожекторные мачты;
- внутриплощадочные инженерные сети;
- насосная пожаротушения.

Нефтепродукты поступают на склад ГСМ по железнодорожным подъездным путям необщего пользования (от стрелочного перевода до тупика).

Характеристика железнодорожного хозяйства (участка транспортирования):

- тупик от стрелки № 171 до тупикового упора;
- длина пути полная 201 м;
- искусственных сооружений нет;
- железнодорожных весов нет;
- балласт – щебень;
- шпалы деревянные;
- тип рельсов Р65, Р50;
- сварных стыков нет.

Ситуационный план участка транспортирования опасных веществ на железнодорожной станции Томск-Грузовой приведен в Приложении 2.

Инженерные коммуникации выполнены как на эстакадах, так и подземной прокладкой трубопроводов. На эстакадах размещаются технологические трубопроводы с нефтепродуктами, сети теплофикации, связи и электрические кабели. Подземная прокладка предусмотрена для сетей производственно-дождевой канализации и производственного водопровода. Стоки, загрязненные нефтепродуктами, поступают на локальные очистные сооружения.

Обзорная схема расположения ОПО приведена в Приложении 1.

Для предупреждения развития аварий и локализации выбросов опасных веществ предусмотрено следующее:

- автоматизация технологических процессов;
- оснащение технологических установок системами автоматического контроля и защиты, срабатывающих при отклонении технологических процессов от заданных параметров (при возникновении пожара или в случае загазованности автоматическая система управления технологическим процессом производит включение светозвуковой сигнализации, остановку насосов и перекрытие задвижек);
- площадки резервуарных парков ГСМ обнесены подпорными стенками с отводом жидкости при разливе продукта в дренажные емкости;
- площадка для слива нефтепродуктов с железнодорожных цистерн обнесена бордюром, забетонирована и имеет уклон в сторону лотка для сбора и отвода промышленных и ливневых стоков;
- проезды на территории склада имеют железобетонное покрытие, предотвращающее проникновение нефтепродуктов в почву и позволяющее с помощью засыпки проливов песком, быстро их ликвидировать;
- аварийный слив топлива из железнодорожных цистерн при их разгерметизации в аварийно-дренажные емкости;
- освобождение аппаратов и трубопроводов от жидких продуктов в дренажные емкости для проведения ремонтных и регламентных работ, а также при возникновении пожаров и аварийных ситуаций;
- установка сигнализаторов и газоанализаторов дозрывных и ПДК паров и газов в насосной на наружных технологических установках с ЛВЖ с выводом показаний на пульт оператора;
- помещения, в которых имеются взрывоопасные продукты, оборудованы аварийной вентиляцией, сблокированной с датчиками газоанализаторов и приточно-вытяжной вентиляцией с механическим и естественным

побуждением, кратность воздухообмена для ассимиляции выделяющихся вредных веществ принята согласно нормативным документам;

- противопожарные мероприятия для предупреждения пожара и взрыва (молниезащита, защита от токов короткого замыкания и статического электричества, заземление оборудования и автоцистерн).

*Системы пожаротушения:*

Режим пожарной безопасности на складе ГСМ соблюдается в полном объеме с требованиями соответствующих норм и правил.

Система противопожарной защиты на территории объекта включает в себя установки пожаротушения – УППТ- 20 «ПУРГА», с возможностью подключения от 2-х пожарных павильонов.

Склад ГСМ оборудован автоматической установкой пожарной сигнализации, предназначенной для обнаружения пожара и извещения о пожаре дежурного персонала.

Противопожарное водоснабжение на территории объекта:

1) водоснабжение внутреннее:

- один пожарный кран;
- ПГ № 1 Т-150 расстояние 40 м;
- ПГ № 2 Т-150 расстояние 120 м;

2) водоснабжение наружное:

- пожарный водоем подземный  $V= 400 \text{ м}^3$  расстояние 300 м;
- пожарный водоём  $V= 500 \text{ м}^3$  расстояние 170 м;
- пожарный водоём  $V= 500 \text{ м}^3$  расстояние 170 м.

Сооружения на участке транспортирования опасных веществ обеспечены первичными средствами пожаротушения. В качестве первичных средств пожаротушения предусмотрено использовать: ручные огнетушители, полотна грубо шерстяные, асбестовые, песок, пожарный инвентарь (лопаты, ведра, багры). На каждой наружной площадке установлены пожарные щиты, оснащенные первичными средствами пожаротушения.

*Системы обнаружения опасных паров в зданиях и укрытиях основного технологического оборудования:*

Подсистема контроля загазованности обеспечивает автоматическую сигнализацию загазованности в производственном помещении и в рабочей зоне открытых наружных установок склада ГСМ.

Подсистема контроля загазованности выполнена на базе газосигнализатора модульного ГСМ-03 производства ООО НПП «Томская электронная компания».

Подсистема контроля загазованности обеспечивает выполнение следующих основных функций:

- световую и звуковую сигнализацию при достижении предельных концентраций;
- отображение поступающей информации с индивидуальной расшифровкой адреса и вида сигналов;
- формирование команд управления на технологическое оборудование.

ГСМ-03 обеспечивает:

- непрерывное измерение уровня загазованности окружающей среды на технологических площадках склада ГСМ;
- выдачу дискретных сигналов достижения порогов загазованности «Порог 1», «Порог 2», сигнала «Отказ ГСМ»;
- автоматическое включение системы аварийной вентиляции при образовании в воздухе рабочей зоны помещения насосной концентраций горючих веществ, превышающих 10 % нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР) газовой смеси.

*Системы вентиляции:*

В здании насосной предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим и естественным побуждением.

Вытяжная вентиляция выполнена с механическим побуждением периодического действия, совмещенная с аварийной вентиляцией,

рассчитанная на удаление из нижней зоны 8-кратного объема воздуха. Аварийная система заблокирована с датчиками газосигнализаторов. Кроме механической вентиляции предусмотрена естественная вытяжная вентиляция из верхней зоны дефлектором.

Для контроля и управления объектами склада ГСМ предусмотрена операторная в здании насосной.

В операторной расположен контроллер для отображения показаний датчиков, сигнализации работы и дистанционного управления насосов и электродвигателей. На щите контроллера установлены газоанализаторы, осуществляющие контроль взрывоопасной концентрации на сливной эстакаде с ж/д цистерн, площадке переключающей арматуры для склада моторных топлив, на эстакаде для налива ГСМ в автоцистерны.

Склад ГСМ обслуживают:

- инженер 2 категории (смена, рабочий день 8 ч);
- оператор товарный (смена, рабочий день 8 ч);
- слесарь по ремонту технологических установок (смена, рабочий день 8 ч);
- электромонтер (смена рабочий день 8 часов).

Участок транспортирования опасных веществ ж/д транспортом обслуживают:

- стропальщики – 2 человека (смена, рабочий день 11 ч);
- водитель погрузчика (смена, рабочий день 11 ч);
- оператор товарный (смена, рабочий день 8 ч);
- слесарь по ремонту технологических установок (смена, рабочий день 8 ч).

При эксплуатации склада ГСМ дополнительно привлекаются работники железнодорожной станции Томск-Грузовой участка текущей эксплуатации и ремонта зданий и сооружений: инженер I категории; слесарь-сантехник; электромонтер. Численность наибольшей работающей смены на промплощадке станции, включая склад ГСМ составляет 9 человек.

### **1.3. Анализ известных аварий на объектах, связанных обращающимися в них опасными веществами**

Приведены причины и анализ известных аварий, имевших место на аналогичных производственных объектах и на объектах, использующих аналогичные опасные вещества, за последние 10 лет согласно Плана по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на территории муниципального образования «город Томск» [20]:

*22 августа 2004 г.* В ОАО «Саратовнефтепродукт» ОАО НК «Сиданко» (Управление Средне-Волжского округа) на нефтескладе при подготовке резервуара РВС- 700 к зачистке через открытый люк произошло загазовывание территории парами бензина и его воспламенение.

*10 декабря 2005 г.* г. Хабаровск. Авария на АЗС на территории нефтеперерабатывающего завода. Взрыв бензовоза в момент заправки с последующим пожаром. Причина – неисправность насоса.

*15 января 2006 г.* Валдайская нефтебаза, ООО «Нефтепродукт». При сливе дизельного топлива из ж/д цистерны на железнодорожные пути вытекло около 4 т дизельного топлива. Нефтепродукты попали в ручей Язынец и другие притоки заповедного Валдайского озера, в результате чего на поверхности воды образовалась соляная пленка, которая существовала до июля 2004 г.

*08 августа 2006 г.* На Улан-Удэнской нефтебазе ООО «Буряттерминал» (Управление по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Республике Бурятия) в резервуарном парке светлых нефтепродуктов при приеме бензина Аи-92 из железнодорожных цистерн произошел его пролив в количестве 54 т без воспламенения[21]. Пострадавших нет.

*02 августа 2007 г.* На складе горюче-смазочных материалов ООО «Инвест» во время зачистки резервуара от остатков бензина АИ-80 в результате взрыва паров возник пожар, повлекший разрушение резервуара. При взрыве пострадали три человека, один из которых погиб [22].

*05 сентября 2010 г.* в ООО «Ульяновск-терминал» НК «ЮКОС» при наливке дизельного топлива в автоцистерну произошел «хлопок» паров

нефтепродукта в горловине автоцистерны и возникло его возгорание. Водитель получил ожоги тела, от которых впоследствии скончался [23].

*24 февраля 2012 г.* Авария на пункте налива автоцистерн товарно-сырьевого парка (далее – ТСП) ООО «ЛУКОЙЛ-Коробковский ГПЗ», Волгоградская обл., г. Котово. Пункт налива автоцистерн сжиженным углеводородным газом введён в эксплуатацию в 2000 г. На пункте налива предусмотрены две автоколонки во взрывозащищённом исполнении, предназначенные для размещения на открытых площадках, и технологические трубопроводы, оснащённые запорной арматурой, рассчитанной на давление  $P_u$  2,5 МПа.

Перед аварией объект эксплуатировался в соответствии с нормами технологического режима. Примерно в 9 ч 24 февраля на пункт налива прибыли две автоцистерны на базе автомобиля МАЗ (пропановоз). После заправки одна машина уехала с площадки, вторая находилась под наливом. На место уехавшей автоцистерны прибыл пропановоз на базе автомобиля ЗИЛ, который подъехал к наливной колонке № 1.

Водитель заглушил двигатель и стал подготавливать цистерну к наливу.

Оператор, закончив налив пропановоза на наливной колонке № 2, перекрыл вентиль жидкой фазы, затем вентиль паровой фазы и провёл аналогичные операции на автоцистерне. В след за этим он открыл вентили для сброса остаточного давления из металлорукавов на свечу, и, после сброса давления из рукавов, приступил к их отсоединению.

В это время произошёл хлопок с последующим возгоранием автомобиля МАЗ, передней трети автоцистерны и кабины водителя. Старший оператор перекрыл задвижки на гребёнке с целью исключить поступление продукта на пункт налива. Сообщение о возгорании поступило на пульт единой диспетчерской службы спасения пожарной части и диспетчерской службы завода, в связи с чем была остановлена откачка продуктов на завод, закрыты приёмные и выкидные задвижки в технологической насосной.

Через час пожар был локализован и ликвидирован, все очаги возгорания устранены.

В результате пожара разрушена газозаправочная колонка № 2 и участок трубопровода жидкого пропана (20 м), выведен из строя автомобиль МАЗ (пропановоз), повреждён стоявший на колонке № 1 автомобиль ЗИЛ с пропановой цистерной.

Указанные автомобили восстановлению не подлежат.

Комиссия по расследованию причин аварии определила технические и организационные причины.

Основная причина аварии – воспламенение газовой смеси отопительного газового конвектора, установленного на базе автомобиля МАЗ, но не входящего в комплектацию автомобиля. Наиболее вероятная причина появления газовой смеси в районе воздухоборника конвектора – выброс жидкого пропана при разгерметизации фланцевого соединения в узле коммуникаций автоцистерны на базе автомобиля МАЗ, принадлежащего ООО «ГазЭкоПлюс». Обнаружение после ликвидации пожара газового баллона ёмкостью 50 л с открытым вентилем на линии подачи газа на конвектор позволяет сделать вывод о том, что во время налива конвектор находился в работе. На всех участках трубопроводов обвязки автоцистерны, перевозящей сжиженные углеводородные газы с избыточным давлением до 16 кгс/см<sup>2</sup>, выявлено несоответствие применённых фланцевых соединений (8 из 9) в части конструктивного оформления сочетания уплотнительных поверхностей фланцев требованиям безопасности при хранении и перевозке сжиженных газов.

Специалисты экспертной организации при разборке фланцевого соединения на участке трубопровода со сливной арматурой со стороны входа сжиженного газа в шаровой вентиль обнаружили явное разрушение прокладки, что могло привести к утечке сжиженного газа. Не исключено, что утечка сжиженного газа могла произойти из-за разгерметизации других фланцевых

соединений, где нарушена целостность прокладок. Экономический ущерб от аварии составил 3 млн. 450 тыс. руб.

*24 сентября 2014 г.* Воспламенение «мёртвого» остатка нефтепродукта в резервуарном парке товарного производства в ОАО «Ново-Уфимский нефтеперерабатывающий завод» при подготовке резервуара к ремонту. При пожаре разрушен резервуар.

Причины аварии: самовозгорание пиррофорных соединений (не увлажнённых водяным паром), образовавшихся в процессе эксплуатации резервуара без доступа воздуха.

*26 декабря 2016 г.* Взрыв в помещении насосной при проведении пусковых работ на установке по переработке нефти в ОАО «Ново-Уфимский НПЗ» ООО «Забайкальская нефтеперерабатывающая компания». Полностью разрушено здание насосной. Всё находившееся в помещении насосной оборудование получило значительные повреждения. Начавшийся пожар перекинулся на резервуар с сырой нефтью. В результате взрыва и пожара 3 человека погибли, 2 – числятся пропавшими. Все пострадавшие – граждане КНР.

*16 февраля 2017 г.* На Томской перевалочной нефтебазе ООО «Томск-Терминал» при завершении технологической операции по сливу нефтепродукта и зачистки сливного коллектора от остатков нефтепродуктов с помощью водокольцевого вакуумного насоса при его отключении произошёл взрыв, в результате которого частично разрушилась стена насосной и почти полностью разрушились внешние стены электрощитовой и стены смежной с помещением вентиляционной камеры.

## РАЗДЕЛ 2. РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

Анализ сведений об известных авариях на объектах, схожих по возможным опасностям с анализируемым объектом, позволяет отметить некоторые общие закономерности их возникновения и развития. Ниже приведены результаты анализа таких аварий.

Анализ основных причин аварий позволил выделить следующие взаимосвязанные группы причин, характеризующиеся:

- «человеческим фактором» – 70% от всех причин аварий на оборудовании  
Сюда были отнесены аварии вследствие следующих причин:
  - нарушение требований организации огнеопасных (газоопасных) работ;
  - неудовлетворительная организация работ;
  - проведение работ персоналом, не прошедшим в установленном порядке обучение;
  - нарушение инструкций по обслуживанию;
  - ошибки персонала;
- неисправность оборудования в технологическом процессе – 26% от всех причин аварий. Сюда отнесены аварии, связанные с неисправностью оборудования, вызванной несвоевременным контролем его состояния и ремонтом (заменой);
- внешние воздействия – 4%. Сюда отнесены аварии, связанные с природными катаклизмами, в частности ударами молний.

Анализ представленных данных показывает, что на анализируемом объекте возможны аварии, сопровождающиеся взрывами и пожарами, связанные с разгерметизацией оборудования и трубопроводов.

Основными поражающими факторами в случае возникновения аварийной ситуации являются ударная волна, тепловое излучение и открытое пламя.

Причины возникновения аварийных ситуаций на промышленном объекте можно условно объединить в следующие взаимосвязанные группы:

- отказы (неполадки) оборудования;
- ошибочные действия персонала;
- внешние воздействия природного и техногенного характера.

Основными источниками зажигания на нормально работающем оборудовании могут быть:

- проявление атмосферного электричества;
- разряды статического электричества и механические удары при ремонте;
- искры электроустановок и электрооборудования в невзрывоопасном исполнении;
- технологические огневые устройства.

Источниками зажигания при пожарах, возникших от загазованности, могут также служить автомобили, технологические огневые нагреватели; факелы для сжигания сбросовых газов; искры от контактов магнитных пускателей и другого электрооборудования; открытый огонь и курение.

Для анализа безопасности объекта и принятия мер по локализации возможной аварии, в зависимости от этапа проведения работ все объекты, входящие в состав участка транспортирования и склада ГСМ находящиеся на железнодорожной станции Томск-Грузовой разделены на блоки (табл. 2.1).

Участок транспортирования и склад ГСМ, эксплуатирующее опасный производственный объект, обязано выполнять требования промышленной безопасности, установленные нормативно-техническими документами.

К работе допускаются работники соответствующей квалификации и не имеющие медицинских противопоказаний к указанной работе.

К эксплуатации оборудования допускается технический персонал, прошедший производственное обучение и стажировку на рабочем месте, а также проверку знаний с присвоением квалификационной группы по электробезопасности.

Необходимым условием обеспечения пожарной безопасности является строгое соблюдение требований, предъявляемых к электрооборудованию. Осветительное электрооборудование эксплуатируется в строгом соответствии с нормами и правилами, установленными для каждого вида оборудования. Запрещается вводить в работу электроустановки с нарушенным заземлением, неисправной системой коммуникации из защиты, снятыми элементами защищенных оболочек и т.д., а также применять режим работы, не предусмотренный техническими данными оборудования.

Территория объекта в летнее время очищена от мусора и сухой травы, в зимний период своевременно расчищаются от снега дорожки и пожарные проезды.

### **2.1. Анализ опасности рассматриваемого объекта**

В целях упорядочения отнесения происходящих аварий на опасных производственных объектах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности к тому или иному виду вводится следующая их классификация [2]:

- 1) взрыв пылегазовоздушной смеси с возгоранием (в технологической системе, производственном помещении, на открытой площадке);
- 2) взрыв реакционной среды внутри технологической системы (аппарата) в результате отклонения параметров технологического процесса от регламентированных значений;
- 3) пожар, связанный с разливом взрывопожароопасных веществ (неконтролируемое горение, причинившее материальный ущерб, вред жизни и здоровью людей, интересам общества и окружающей природной среде);
- 4) выброс или истечение химически опасных, взрывоопасных и горючих веществ;
- 5) полное или частичное разрушение (повреждение) технологического оборудования и трубопроводов, зданий и сооружений, не связанное с взрывом, пожаром;

б) события, перечисленные в пп. 1-5, в результате которых имеются пострадавшие, полностью или частично выведено из строя оборудование и прекращен выпуск продукции (без учета перехода на резервное оборудование);

7) взрыв пылегазовоздушной смеси без возгорания (хлопок);

8) загорание, самовозгорание в результате утечки опасных веществ (взрывопожароопасных и химически опасных) при разгерметизации технологической системы, не повлекшие за собой вывода из строя технологического оборудования;

9) переполнение емкостной аппаратуры (железнодорожных цистерн, резервуаров, аппаратов, контейнеров, баллонов и другого оборудования) с розливом взрывопожароопасных и вредных продуктов.

Согласно РД 15-630-04 «Методические рекомендации по классификации аварий и инцидентов при транспортировании опасных веществ» к авариям при транспортировании опасных веществ относятся:

1) взрыв опасного вещества в транспортном средстве независимо от последствий;

2) возгорание или высвобождение опасного вещества из транспортного средства, произошедшее при транспортировании или при проведении отдельных технологических операций (погрузочно-разгрузочные работы, временное/транзитное хранение и др.), в результате которого погибли или тяжело травмированы люди.

На территории участка транспортирования и склада ГСМ на железнодорожной станции Томск-Грузовой в обращении находятся следующие опасные вещества: бензин (Регуляр Евро 92 вид 1 класс F, F1, Регуляр 92 класс 3), дизельное топливо (Л-0,035-62 класс 3, класс 5 вид 4), темное и светлое масла.

Характеристика опасных веществ, обращающихся в технологическом блоке, представлена в таблицах 2.1.1 и 2.1.2.

Основные факторы и возможные причины, способствующие возникновению и развитию аварийных ситуаций на участке транспортирования

и складе ГСМ, находящихся на территории станции Томск-Грузовой, представлены в таблице 2.1.3.

## 2.2. Типовые сценарии развития аварийных ситуаций на объекте

Исходя из представленных выше характеристик опасного объекта (количество и свойства опасных веществ, основные факторы и возможные причины аварий, технические решения по обеспечению безопасности), анализа известных аварий, условий их возникновения и развития, можно представить аварии в виде типовых сценариев.

По характеру последовательности и сочетания различных событий, возникающих в результате разлива нефтепродуктов и приводящих к возникновению поражающих факторов, определены следующие группы сценариев:

- горение;
- «огненный шар»;
- поздний взрыв.

Краткое описание сценариев представлено ниже (табл. 2.2.1).



Рисунок 2.2.1 – Схема кода сценария

Таблица 2.2.1 – Сценарии аварийных ситуаций с образованием поражающих факторов для участка транспортирования и склада моторных топлив

Номер сценария	Описание сценария
Блок Т1 – участок транспортирования Блок Т2 – сливная ж/д эстакада	
Т1-1Б Т2-1Б	Полная разгерметизация ж/д цистерны с моторным топливом → истечение моторного топлива на свободную поверхность с мгновенным воспламенением → горение «огненного шара» → попадание в зону пожара людей → поражение людей тепловым излучением.
Т1-3Б Т2-3Б	Полная разгерметизация ж/д цистерны с моторным топливом → истечение моторного топлива на свободную поверхность с мгновенным воспламенением → пожар пролива → попадание в зону пожара людей → поражение людей тепловым излучением.
Т1-9Б Т2-9Б	Частичная разгерметизация ж/д цистерны с моторным топливом → истечение моторного топлива на свободную поверхность с мгновенным воспламенением → пожар пролива → попадание в зону пожара людей → поражение людей тепловым излучением.
Т1-13Б Т2-13Б	Частичная разгерметизация ж/д цистерны с моторным топливом → истечение моторного топлива без мгновенного воспламенения → образование топливно-воздушного облака паров моторного топлива → взрыв топливно-воздушного облака в дефлаграционном режиме → поражение людей ударной волной.

Для дренажных емкостей расчет поражающих факторов не производился, т.к. при эксплуатации объекта в штатном режиме предполагается наличие пустой (незаполненной) дренажной емкости.

### 2.3. Оценка вероятности реализации аварийной ситуации

Оценка риска аварий выполнена в виде определения вероятности приведенных выше сценариев развития аварии. Особенность таких расчетов заключается в необходимости наличия статистики отказов оборудования и ошибок персонала. В данном случае использовать представительную статистику отказов оборудования на объекте не представляется возможным по причине ее отсутствия. Поэтому использована экспертная оценка событий по частотам их проявления. В этом случае каждый вид отказа ранжируется с учетом двух составляющих: критичности – вероятности или частоты и тяжести последствий отказа.

Диапазоны частот возникновения отказов приведены согласно «Методическим указаниям по проведению анализа риска опасных производственных объектов» [4].

Частота возникновения отказа:

частый отказ	$> 1$ в год
вероятный отказ	$1 - 10^{-2}$ в год
возможный отказ	$10^{-2} - 10^{-4}$ в год
редкий отказ	$10^{-4} - 10^{-6}$ в год
практически невероятный отказ	$< 10^{-6}$ .

Каждый из сценариев может быть реализован в виде сочетания (комбинации) вероятности (или частоты) и тяжести последствий рассматриваемых прогнозируемых событий. Самыми критичными событиями на объекте по вероятности реализации можно считать ошибки персонала, повреждения оборудования.

С учетом вышеизложенного проведена оценка вероятности реализации аварийных ситуаций и сценариев их дальнейшего развития с использованием метода анализа «дерева отказов и событий» в Приложении 4 [рис. 2.3.1 и 2.3.2].

Любой сценарий, описывающий аварию, начинается с инициирующего события (разгерметизация емкости хранения, автоцистерны, ж/д цистерны), который может возникнуть с некоторой частотой. Частоты основных событий, приводящих к аварии и образованию поражающих факторов на рассматриваемом объекте, приведены ниже (табл. 2.3.1), значения в таблице получены на основе различных методик [5, 6, 7] и статистических данных.

Таблица 2.3.1 – Частоты основных событий, приводящих к аварии и образованию поражающих факторов на рассматриваемом объекте

Наименование оборудования	Событие, инициирующее аварию	Вероятность отказа (инцидента), 1/год
Железнодорожная цистерна (блоки Т1, Т2)	Разгерметизация с потерей 100 % груза (полная)	$3,6 \times 10^{-6}$
	Разгерметизация с потерей до 10 % груза (частичная)	$6 \times 10^{-6}$

Частота реализации сценария при развитии аварии равна произведению вероятности отказа оборудования на вероятность возникновения сценария, таким образом, частоты реализации сценариев, приводящих к поражающим

факторам на территории участка транспортирования и склада ГСМ железнодорожной станции Томск-Грузовой, представлены на рисунках 2.3.1-2.3.2.

*Участок транспортирования:*

Согласно табл. 2.3.1 наиболее вероятный отказ оборудования, входящего в состав участка транспортирования – частичная разгерметизация ж/д цистерны, таким образом, анализируя «дерево событий», представленное на рисунке 2.3.2, можно сделать следующие выводы: наиболее вероятный сценарий – Т1-12А (пожар пролива моторного топлива при частичной разгерметизации ж/д цистерны), вероятность которого составляет  $4,99 \times 10^{-6}$  1/год.

Наиболее опасные сценарии – сценарии с наибольшей зоной воздействия поражающих факторов:

- Т1-3Б (пожар пролива бензина при полной разгерметизации ж/д цистерны), вероятность реализации сценария составляет  $1,94 \times 10^{-8}$  1/год;
- Т1-7Б (взрыв паров бензина при полной разгерметизации ж/д цистерны), вероятность реализации сценария составляет  $8,06 \times 10^{-8}$  1/год.

## РАЗДЕЛ 3. ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА ОПАСНОГО ВЕЩЕСТВА, УЧАСТВУЮЩЕГО В АВАРИИ

### 3.1. Расчет количества моторных топлив, участвующих в создании теплового излучения при реализации пожара пролива

Порядок оценки аварии:

Выброс моторных топлив рассчитывается из учета места аварии:

- аварии на подъездном пути (Т1);
- аварии на сливной эстакаде (Т2).

А) Определение объемов вылившихся моторных топлив при разгерметизации ж/д цистерны.

Количество пролитого продукта в этом случае будет зависеть от:

- периода времени с начала пролива до начала обнаружения и принятия мер (быстрое подключение к сливному прибору и отключение других цистерн, стоящих на сливе с параллельной заделкой отверстия);
- вязкости продукта;
- емкости железнодорожной цистерны (максимальный объем  $V=90 \text{ м}^3$  с 95 % заполнением цистерны).

*Частичная разгерметизация:*

При наиболее вероятной аварийной ситуации – частичная разгерметизация ж/д цистерны, объем разлившегося моторного топлива составит 10 % от объема железнодорожной цистерны с учетом заполнения цистерны.

*Полная разгерметизация:*

Менее вероятная авария – полная разгерметизация железнодорожной цистерны. В данном случае объем разлившегося моторного топлива принимаем равным 100 % от объема цистерны с учетом ее заполнения.

Результаты расчетов представлены ниже (табл.3.1.1 и 3.1.2).

Б) Определение объемов вылившихся моторных топлив при разгерметизации насоса.

Насосные агрегаты расположены в здании насосной с операторной общей площадью 167,3 м<sup>2</sup>. Наиболее опасной ситуацией следует считать аварийную разгерметизацию оборудования (разрушение части прокладки межфланцевого уплотнителя между обратным клапаном и задвижкой трубопровода) с выходом опасного вещества.

В соответствии с положениями СП 12.13130.2009 при закрытии электрозадвижкина насосе время аварийного истечения нефтепродукта в аварийной ситуации следует принять равным 120 с.

Объем опасного вещества, поступившего на территорию насосной при разгерметизации оборудования рассчитывается следующим образом:

$$V = \frac{Q \cdot t}{3600}, \text{ м}^3 \quad (3.1.1)$$

где V – объем опасного вещества, м<sup>3</sup>;

Q – производительность насоса, м<sup>3</sup>/ч;

t – время аварийного истечения нефтепродукта, с, составляет 120 секунд (2 минуты).

Расчет проводится для насосного агрегата Н-3,4, осуществляющего внутрипарковые перекачки моторных топлив.

Объем аварийного разлива жидкости за время t=120 с равен:

$$V = \frac{35 \cdot 120}{3600} = 1.17 \text{ м}^3 \quad (3.1.2)$$

Величина объема разлитого нефтепродукта справедлива для бензина и дизтоплива. Масса разлитого нефтепродукта m, т равна (расчет производится для бензина А-92 плотностью 755 кг/м<sup>3</sup>):

$$m = V \cdot \rho = 1.17 \cdot 0,755 = 0,883 \text{ т} \quad (3.1.3)$$

где ρ – плотность нефтепродукта, кг/м<sup>3</sup> (плотность бензина А-92 – 755 кг/м<sup>3</sup>; плотность дизтоплива (летнего): 860 кг/м<sup>3</sup>).

Величина массы разлитого нефтепродукта для дизтоплива будет равна 1,01 т.

В) Определение объемов моторных топлив, вылившихся при разгерметизации резервуара хранения

Таблица 3.1.3 – Исходные данные

№	Наименование параметра	Обозначение	Единица измерения	Величина
1	Объем резервуара	V	м <sup>3</sup>	50
2	Длина резервуара	L	м	9,06
3	Диаметр резервуара	D	м	2,76
4	Верхний рабочий уровень	h	м	2,3
5	Заполнение резервуара	$\delta$	%	95
6	Усредненная высота обвалования	a	м	1,2
7	Параметр, характеризующий наклон подстилающей поверхности (усредненный)	b	-	0

*Частичная разгерметизация резервуара:*

Истечение нефтепродукта из отверстия при частичной разгерметизации резервуара рассчитывается согласно [9].

Приняты следующие допущения:

- истечение через отверстие однофазное;
- площадь сечения резервуара приняты максимальная (сечение по диагонали);
- диаметр резервуара много больше размеров отверстия;
- размеры отверстия много больше толщины стенки;
- поверхность жидкости внутри резервуара горизонтальна;
- температура жидкости остается постоянной в течение времени истечения.

Массовый расход жидкости G (кг/с) через отверстие во времени t (с) описывается соотношением:

$$G(t) = G_0 - \frac{\rho \cdot q \cdot \mu^2 \cdot A_{от}^2}{A_r} \cdot t \quad (3.1.4)$$

где  $G_0$  – массовый расход в начальный момент времени, кг/с, описываемый выражением:

$$G_0 = \rho \cdot \mu \cdot A_{от} \sqrt{2 \cdot q \cdot (h_0 - h_{от})}^* \quad (3.1.5)$$

Примечание - \* данная формула откорректирована с учетом Справочника по расчетам гидравлических и вентиляционных систем [10] и

Статьи о расчете объемов разливов опасных жидкостей при авариях на объектах трубопроводного транспорта [11].

$\rho$  – плотность нефтепродукта, кг/м<sup>3</sup> (плотность бензина А-92 – 755 кг/м<sup>3</sup>; плотность дизтоплива (летнего): 860 кг/м<sup>3</sup>);

$q$  – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с<sup>2</sup>;

$\mu$  – коэффициент истечения, согласно [73]  $\mu=0,62$ ;

$A_{от}$  – площадь отверстия, м<sup>2</sup>, согласно [69] размер отверстия равен 1” (0,0254 м), следовательно  $A_{от} = (0,0254 \text{ м})^2 = 0,000645 \text{ м}^2$ ;

$h_{от}$  – высота отверстия над поверхностью земли, м, принимаем  $h_{от} = 0$  м;

$h_0$  – начальная высота столба нефтепродукта в резервуаре, м, принимается максимальный рабочий уровень нефтепродуктов в резервуарах Р-3/1,2,3 и Р-4/1,2,3, равный 2,3 м;

$A_r$  – площадь сечения резервуара, м<sup>2</sup>, принимается максимальной подиагональному сечению:  $A_r = D \times L = 25,01 \text{ м}^2$ ;

$t$  – время с начала выброса моторного топлива из резервуара до его обнаружения, с, составляет 300 секунд (5 минут) по СП 12.13130.2009 (при ручном отключении).

Расчет проводится для бензина А-92 плотностью 755 кг/м<sup>3</sup>.

Массовый расход в начальный момент времени равен:

$$G_0 = 755 \cdot 0,62 \cdot 0,000645 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot (2,3 - 0)} = 2,028 \text{ кг/с}$$

Массовый расход жидкости через отверстие за время  $t=300$  с равен:

$$G(t) = 2,028 - \frac{755 \cdot 9,81 \cdot 0,62^2 \cdot 0,000645^2}{25,01} \cdot 300 = 2,014 \text{ кг/с}$$

Объем разлитого нефтепродукта из отверстия при частичной разгерметизации резервуара  $V$ , м<sup>3</sup> равен:

$$V = \frac{G(t)}{\rho} \cdot t = \frac{2,014}{755} \cdot 300 = 0,8 \text{ м}^3$$

Величина объема разлитого нефтепродукта для дизтоплива будет равна 0,71 м<sup>3</sup>.

*Полная разгерметизация резервуара:*

1. Объем разлитого моторного топлива составит 47,5 м<sup>3</sup> (95 % заполнение резервуара). Весь разлитый нефтепродукт останется в пределах ограждения подпорной стенкой. Площадь склада моторных топлив 17,3 м × 34,3 м.

2. Полная разгерметизация резервуара с перехлестом гидродинамической волны через ограждения подпорной стенкой.

Относительное количество жидкости зависит от наклона подстилающей поверхности, от высоты обвалования и высоты налива топлива в резервуаре.

Относительное количество моторных топлив, перехлестнувших через обвалование, составит 25 %.

Результаты расчетов представлены ниже (табл. 3.1.1 и 3.1.2).

Таблица 3.1.1 – Результаты расчетов количества бензина, участвующего в авариях на участке транспортирования и складе моторных топлив

Исходные данные	Сценарий Т1,2-9Б, Т-1,2-11Б (част.)	Сценарий Т1,2-3Б, Т1,2-5Б (полн.)
Объем емкости, м <sup>3</sup>	85,5	85,5
Количество вылившегося нефтепродукта, доли (доля участия в аварии)	0,1*	1
Объем разлитого нефтепродукта, м <sup>3</sup>	85,5	85,5
Площадь разлива, м <sup>2</sup>	427,5	427,5
Толщина слоя нефтепродукта, м	0,2**	0,2

Примечания:

\* – согласно [25], процент пролива топлива от объема ж/д цистерны через отверстие 2” составляет 10 % при наиболее вероятной аварийной ситуации (50 % аварий);

\*\* – согласно Рекомендациям по обеспечению пожарной безопасности объектов нефтепродуктообеспечения, расположенных на селитебной территории. ВНИИПО М., 1997 г. [24].

Таблица 3.1.2 – Результаты расчетов количества дизельного топлива, участвующего в авариях на участке транспортирования и складе моторных топлив

Исходные данные	Сценарий Т1,2-9Б, Т-1,2-11Б (част.)	Сценарий Т1,2-3Б, Т1,2-5Б (полн.)
Объем емкости, м <sup>3</sup>	85,5	85,5
Количество вылившегося нефтепродукта, доли(доля участия в аварии)	0,1*	1
Объем разливаемого нефтепродукта, м <sup>3</sup>	85,5	85,5
Площадь разлива, м <sup>2</sup>	427,5	427,5
Толщина слоя нефтепродукта, м	0,2**	0,2

Примечания:

\* – согласно [25], процент пролива топлива от объема ж/д цистерны через отверстие 2” составляет 10 % при наиболее вероятной аварийной ситуации (50 % аварий);

\*\* – согласно Рекомендациям по обеспечению пожарной безопасности объектов нефтепродуктообеспечения, расположенных на селитебной территории. ВНИИПО М.,1997 г. [24].

### 3.2. Расчет количества моторных топлив, участвующих в создании ударной волны при реализации воспламенения ТВС, связанной с проливом моторных топлив

Масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива и участвующей в создании ударной волны рассчитывается по СП 12.13130.2009.

Таблица 3.2.1 – Исходные данные

№	Наименование параметра	Обозначение	Единица измерения	Величина	
				Бензин	Дизтопливо
1	Молярная масса	M	г/моль	100	203,6*
2	Давление насыщенного пара	P <sub>н</sub>	кПа	79,9**	0,228***
3	Продолжительность поступления паров	T	с	3600	3600

Примечания:

\* – для летней марки дизельного топлива, согласно п. 2.1 ВКР;

\*\* – значение принято для бензина А-92, [26];

\*\*\* – расчет давления насыщенного пара проведен согласно Пособию по применению НПБ 105-03 при 20°С [27].

*Порядок оценки последствий аварии:*

Масса жидкости (кг), испарившейся с поверхности разлива, рассчитывается по формуле:

$$m = W \cdot F_{\text{И}} \cdot T \quad (3.2.1)$$

где  $W$  – интенсивность испарения ( $\text{кг/с}\cdot\text{м}^2$ ), которая рассчитывается по формуле:

$$W = 10^{-6} \cdot \sqrt{M} \cdot P_{\text{Н}} \quad (3.2.2)$$

где  $M$  – молярная масса, г/моль;

$P_{\text{Н}}$  – давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости, определяемое по справочным данным, кПа;

$F_{\text{И}}$  – площадь испарения,  $\text{м}^2$ , принимаем равной площади разлива согласно таблицам 3.1.1 и 3.1.2;

$T$  – продолжительность поступления паров ЛВЖ и ГЖ в окружающее пространство, с.

Результаты расчетов для бензина и дизельного топлива представлены ниже (табл. 3.2.2 и 3.2.3).

Таблица 3.2.2 – Результаты расчетов количества бензина, участвующего в авариях на участке транспортирования и складе моторных топлив

Исходные данные	Сценарий Т1,2-13Б (част)	Сценарий Т1,2-7Б (полн)
Площадь испарения, $\text{м}^2$	42,75	427,5
Масса испарившегося бензина, кг	122,97	1229,66

Таблица 3.2.3 – Результаты расчетов количества дизельного топлива, участвующего в авариях на участке транспортирования и складе моторных топлив

Исходные данные	Сценарий Т1,2-13Б (част)	Сценарий Т1,2-7Б (полн)
Площадь испарения, $\text{м}^2$	42,75	427,5
Масса испарившегося бензина, кг	0,5	5,01

### 3.3. Количество моторных топлив, участвующих в создании теплового излучения при реализации «огненного шара»

Масса горючего вещества  $m$ , кг, участвующего в создании «огненного шара», вычисляется через объем разлитого нефтепродукта согласно данным таблиц 3.2.1 и 3.2.2 по формуле:

$$m = V \cdot \rho \quad (3.3.1)$$

где  $V$  – объем разлитого нефтепродукта,  $m^3$ ;

$\rho$  – плотность нефтепродукта;

Согласно СП 12.13130.2009 образование «огненного шара» характерно при разрыве резервуара, поэтому данный вид аварийной ситуации рассматривается при полной разгерметизации ж/д цистерн и резервуаров хранения. Результаты расчетов представлены ниже (табл. 3.3.1-3.3.2).

Таблица 3.3.1 – Результаты расчетов для бензина

Наименование параметра	Сценарий Т1,2-1Б(полн)
Объем разлитого нефтепродукта, $m^3$	85,5
Масса бензина $m$ , кг	64552,5

Таблица 3.3.2 – Результаты расчетов для дизельного топлива

Наименование параметра	Сценарий Т1,2-1Б(полн)
Объем разлитого нефтепродукта, $m^3$	85,5
Масса бензина $m$ , кг	71820

### 3.4. Расчет вероятных зон действия поражающих факторов

Основными поражающими факторами при авариях на участке транспортирования и складе ГСМ являются:

- избыточное давление в ударной волне при взрыве парогазовоздушной смеси в открытом пространстве и в объеме помещений;
- тепловое излучение при пожарах проливов или сгорании топлива в режиме «огненный шар»;
- токсичные продукты, образующиеся при горении, или вышедшие из разрушенных сосудов и трубопроводов.

Расчеты взрывоопасности выполнены согласно ПБ 09-540-03 «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических,

нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» и СП 12.13130.2009 «Определение категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

А) Расчет сценария развития аварии – пожар пролива:

Оценка действия поражающих факторов пожаров включает в себя определение параметров теплового воздействия пожара. Определение параметров теплового воздействия пожара пролива проводилось в соответствии с «В.5 Метод расчета интенсивности теплового излучения» СП 12.13130.2009 [8].

Таблица 3.4.1 – Исходные данные

№	Наименование параметра	Обозначение	Единица измерения	Вид нефтепродукта		
				Бензин	Дизтопливо	Масла
1	Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени	$E_f$	кВт/м <sup>2</sup>	60÷25	40÷18	40*
2	Площадь пролива	$F$	м <sup>2</sup>	принимается согласно табл. 3.2.2	принимается согласно табл. 3.2.3	принимается согласно табл. 3.2.2
3	Удельная массовая скорость выгорания топлива	$M$	кг/(м <sup>2</sup> ·с)	0,06	0,04	0,015
4	Плотность окружающего воздуха	$\rho_v$	кг/м <sup>3</sup>	1,2		

Примечание - \* принимается как для нефтепродуктов

*Порядок оценки последствий аварии:*

1. Интенсивность теплового излучения  $q$ , кВт/м<sup>2</sup>, рассчитывают по формуле:

$$q = E_f \cdot E_q \quad (3.4.1)$$

где  $E_f$  – среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м<sup>2</sup>;

$E_q$  – угловой коэффициент облученности;

$\tau$  – коэффициент пропускания атмосферы.

2. Угловой коэффициент облученности  $F_q$  вычисляется по формулам:

$$F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} \quad (3.4.2)$$

где  $F_V, F_H$  — факторы облученности для вертикальной и горизонтальной площадок, соответственно, которые определяют с помощью выражений:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \cdot \left[ \frac{1}{S} \cdot \arctg \left( \frac{h}{\sqrt{S^2-1}} \right) - \frac{h}{S} \cdot \left\{ \arctg \left( \sqrt{\frac{S-1}{S+1}} \right) - \frac{A}{\sqrt{A^2-1}} \cdot \arctg \left( \sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}} \right) \right\} \right] \quad (3.4.3)$$

$$F_H = \frac{1}{\pi} \cdot \left[ \frac{B-1/S}{\sqrt{B^2-1}} \cdot \arctg \left( \sqrt{\frac{(B+1) \cdot (S-1)}{(B-1) \cdot (S+1)}} \right) - \frac{(A-1/S)}{\sqrt{A^2-1}} \cdot \arctg \left( \sqrt{\frac{(A+1) \cdot (S-1)}{(A-1) \cdot (S+1)}} \right) \right], \quad (3.4.4)$$

$$A = \frac{h^2 + S^2 + 1}{2S}, \quad (3.4.5)$$

$$B = \frac{1 + S^2}{2S}, \quad (3.4.6)$$

$$S = \frac{2r}{d}, \quad (3.4.7)$$

$$h = \frac{2H}{d}, \quad (3.4.8)$$

где  $r$  — расстояние от геометрического центра пролива до облучаемого объекта, м.

3. Эффективный диаметр пролива  $d$ , м, вычисляется по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}, \quad (3.4.9)$$

где  $F$  — площадь пролива, м<sup>2</sup>.

4. Высота пламени  $H$ , м, вычисляется по формуле:

$$H = 42d \left( \frac{M}{\rho_B \sqrt{gd}} \right)^{0,61}, \quad (3.4.10)$$

где  $M$  — удельная массовая скорость выгорания жидкости, кг/(м<sup>2</sup>/с);

$\rho_B$  — плотность окружающего воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  — ускорение свободного падения,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>.

5. Коэффициент пропускания атмосферы вычисляется по формуле:

$$\tau = \exp[-7,0 \cdot 10^{-4} \cdot (r - 0,5d)]. \quad (3.4.11)$$

Результаты расчета зон поражения на основании сведений по предельно допустимой интенсивности теплового излучения пожаров от проливов ЛВЖ и ГЖ по данным СП 12.13130.2009[8], ГОСТ Р 12.3.047 [14], в результате

действия интенсивности теплового излучения для бензина и дизельного топлива представлены ниже (табл. 3.4.2 и 3.4.3).

Зоны поражения в результате действия интенсивности теплового излучения моторных масел для автотракторных дизелей и для карбюраторных двигателей будут иметь одинаковые зоны поражения, за счет одинаковых значений параметров: среднеповерхностной плотности теплового излучения и удельной массовой скорости выгорания.

Таблица 3.4.2 – Результаты расчета зон действия поражающих факторов при пожаре разлива для бензина

Сценарий	Интенсивность теплового излучения на расстоянии от геометрического центра пролива, м					
	17 кВт/м <sup>2</sup>	12,9 кВт/м <sup>2</sup>	10,5 кВт/м <sup>2</sup>	7,0 кВт/м <sup>2</sup>	4,2 кВт/м <sup>2</sup>	1,4 кВт/м <sup>2</sup>
Т1,2-9Б, Т1,2-11Б (част.)	7,52	9,44	11,07	14,71	20,17	36,53
Т1,2-3Б, Т1,2-5Б (полн.)	17,54	21,97	25,71	34,02	46,29	82,35

Примечание – степени поражения:

- 17,0 кВт/м<sup>2</sup> – воспламенение древесины, окрашенной масляной краской по строганной поверхности, воспламенение фанеры (Т1);
- 12,9 кВт/м<sup>2</sup> – воспламенение древесины с шероховатой поверхностью (влажность 12 %) при длительности облучения 15 мин (Т2).

Таблица 3.4.3 – Результаты расчета зон действия поражающих факторов при пожаре разлива для дизельного топлива

Сценарий	Интенсивность теплового излучения на расстоянии от геометрического центра пролива, м					
	17 кВт/м <sup>2</sup>	12,9 кВт/м <sup>2</sup>	10,5 кВт/м <sup>2</sup>	7,0 кВт/м <sup>2</sup>	4,2 кВт/м <sup>2</sup>	1,4 кВт/м <sup>2</sup>
Т1,2-9Б, Т1,2-11Б (част.)	5,24	6,63	7,83	10,56	14,64	26,68
Т1,2-3Б, Т1,2-5Б (полн.)	12,95	16,08	23,46	25,33	34,72	61,85

Примечание – степени поражения:

- 17,0 кВт/м<sup>2</sup> – воспламенение древесины, окрашенной масляной краской по строганной поверхности, воспламенение фанеры (Т1);
- 12,9 кВт/м<sup>2</sup> – воспламенение древесины с шероховатой поверхностью (влажность 12 %) при длительности облучения 15 мин (Т2).

Б) Расчет сценария развития аварии «огненный шар»:

Оценка действия поражающих факторов пожаров включает в себя определение параметров теплового воздействия. Определение параметров теплового воздействия пожара пролива проводилось в соответствии с «Методом расчета интенсивности теплового излучения и времени существования «огненного шара» ГОСТ Р12.3.047-98 [14].

Исходные данные:

В расчетах используются масса бензина и дизельного топлива согласно таблицам 2.1.1 и 2.1.2.

Порядок оценки последствий аварии:

1. Интенсивность теплового излучения  $q$ , кВт/м<sup>2</sup>, для «огненного шара» рассчитывают по формуле:

$$q = E_f \cdot E_q \quad (3.4.12)$$

где  $E_f$  – среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м<sup>2</sup>; определяется на основе имеющихся экспериментальных данных. Допускается принимать  $E_f$  равным 450 кВт/м<sup>2</sup>.

$F_q$  – угловой коэффициент облученности;

$\tau$  – коэффициент пропускания атмосферы.

2. Угловой коэффициент облученности,  $F_q$ , рассчитывают по формуле:

$$F_q = \frac{\frac{H}{D_s} + 0,5}{4 \left[ \left( \frac{H}{D_s} + 0,5 \right)^2 + (r/D_s)^2 \right]^{1,5}} \quad (3.4.13)$$

где  $H$  – высота центра «огненного шара», м; определяется в ходе специальных исследований. Допускается принимать  $H$  равной  $D_s/2$ .

$D_s$  – эффективный диаметр «огненного шара», м;

$r$  – расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара», м.

3. Эффективный диаметр «огненного шара»  $D_s$  рассчитывают по формуле:

$$D_s = 5,33 \cdot m^{0,327} \quad (3.4.14)$$

где  $m$  - масса горючего вещества, кг.

4. Время существования «огненного шара»  $t_s$ , с, рассчитывают по формуле:

$$t_s = 0,92 \cdot m^{0,303} \quad (3.4.15)$$

5. Коэффициент пропускания атмосферы  $\tau$  рассчитывают по формуле:

$$\tau = \exp\left[-7,0 \cdot 10^{-4}(\sqrt{r^2 + H^2} - D_s/2)\right] \quad (3.4.16)$$

6. Доза теплового излучения  $Q$ , Дж/м<sup>2</sup> рассчитывается по формуле:

$$Q = q \cdot t_s \quad (3.4.17)$$

Результаты расчета зон поражения на основании сведений по предельнодопустимой дозе теплового излучения при воздействии «огненного шара» на человека ГОСТ Р 12.3.047 [14], в результате действия интенсивности теплового излучения для бензина и дизельного топлива представлены ниже (табл. 3.4.4 и 3.4.5).

Таблица 3.4.4 – Результаты расчетов «огненного шара» для бензина

Степень поражения	Доза теплового излучения, Дж/м <sup>2</sup>	Радиус поражения «огненным шаром», м
		Сценарий Т1,2-1Б(полн.)
Ожог 1-й степени	120	490
Ожог 2-й степени	220	394
Ожог 3-й степени	320	340

Таблица 3.4.5 – Результаты расчетов «огненного шара» для дизельного топлива

Степень поражения	Доза теплового излучения, Дж/м <sup>2</sup>	Радиус поражения «огненным шаром», м
		Сценарий Т1,2-1Б(полн.)
Ожог 1-й степени	120	511
Ожог 2-й степени	220	412
Ожог 3-й степени	320	356

В) Расчет сценария развития аварийной ситуации, связанной с поражением осколками людей при взрыве резервуаров хранения бензина и дизтоплива:

Оценка поражающего действия осколков проводится по методике, изложенной в Котляревский В.А., Шаталов А.А., Ханухов Х.М. «Безопасность резервуаров и трубопроводов», Москва, 2000 г [15].

Таблица 3.4.6 – Исходные данные

№	Наименование параметра	Обозначение	Единица измерения	Величина
1	Теплота взрыва теплоносителя	$F_0$	Дж/кг	$2,973 \cdot 10^6$
2	Показатель адиабаты газа	$\beta_0$	–	1,26
3	Атмосферное давление	$\rho_m$	Па	101325
4	Избыточное давление газа	$E$	Па	101325
5	Плотность газа	$\rho_0$	кг/м <sup>3</sup>	0,04*
6	Критическое значение энергии убойного осколка	$\mathcal{E}$	Дж	100
7	Площадь мишени	$F_0$	м <sup>2</sup>	0,5
8	Коэффициент формы для оболочки	$\beta_0$	мм	2/3
9	Плотность металла цилиндрической оболочки	$\rho_m$	кг/м <sup>3</sup>	7800
10	Модель упругости металла цилиндрической оболочки	$E$	МПа	$2 \cdot 10^5$
11	Динамический предел прочности на разрыв	$\sigma$	МПа	470
12	Высота (длина) цилиндрической оболочки	$H$	мм	9060
13	Внутренний диаметр цилиндрической оболочки	$D$	мм	2748
14	Толщина цилиндрической оболочки	$S$	мм	6

Примечание - \* согласно Рекомендациям по обеспечению пожарной безопасности объектов нефтепродуктообеспечения, расположенных на селитебной территории. ВНИИПОМ., 1997 [24].

Порядок оценки последствий аварии:

Расчетные формулы применимы к поражающему действию на людей осколков цилиндрических оболочек. Для оболочек другой формы необходимо ввести соответствующую табличную информацию по дроблению материала оболочки.

Принимается, что ось симметрии оболочки при взрыве расположена вертикально, а расчетная плотность осколков берется по линии, нормальной к образующей и посередине высоты оболочки.

Зависимость угасания скорости  $V$  г полета осколков от расстояния  $R$  принимается в виде:

$$V_r = V_0 \cdot \exp(-R/R_*), \quad (3.4.18)$$

где  $V_0$  – начальная скорость разлета осколков оболочки, м/с, определяемая по формуле (для сжатых в оболочке газообразных носителей):

$$V_0 = \sqrt{2\beta \cdot \left[ Q_B + \frac{\Delta P}{\rho \cdot (\gamma - 1)} \right]} \quad (3.4.19)$$

где  $\beta$  – коэффициент формы оболочки,  $\beta = C/M \leq \beta$ ;

$C$  – масса энергоносителя, кг;

$M$  – масса цилиндрической оболочки энергоносителя, кг;

$Q_B$  – теплота взрыва теплоносителя, Дж/кг;

$\gamma$  – показатель адиабаты газа;

$\Delta P$  – избыточное давление газа, Па, с плотностью  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>.

$$\rho = \rho_0 \cdot \left( 1 + \frac{\Delta P}{P_0} \right)^{1/\gamma} \quad (3.4.20)$$

где  $P_0$  – атмосферное давление, Па, при плотности  $\rho_0$ , кг/м<sup>3</sup>.

Зависимость параметра затухания  $R^*$  от массы  $m$  осколка аппроксимируем в виде:

$$R^* = \begin{cases} a + b \cdot m + c \cdot m^2 & (m_0 \leq m < f) \\ d & (f \leq m) \end{cases} \quad (3.4.21)$$

Дробление оболочки, т.е. распределение числа осколков по массе  $P(m)$ , принимается в табличной форме по экспериментальным данным.

Средняя масса осколка  $K_{dp}$ , кг, равна:

$$K_{dp} = 10^{-3} \cdot \left[ m_k \cdot P_k + \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^{k-1} (m_i + m_{i+1}) \cdot (P_i - P_{i+1}) \right] / 100 \quad (3.4.22)$$

где  $k$  – число элементов таблицы  $P(m)$ , в которой  $P$  принято в %, а  $t_i$  – в граммах, т.е.  $M$  следует брать в граммах.

При расчете средней массы осколка также используются формула Райнхарта-Пирсона. Общее число осколков цилиндрической оболочки:

$$L = M/K_{dp} \quad (3.4.23)$$

Средняя плотность  $n$ , шт./м<sup>2</sup>, осколочного поля по центру вертикальной цилиндрической оболочки в радиусе  $R$ , м:

$$n = \frac{\gamma_{1000}(R) \cdot L}{1000} \quad (3.4.24)$$

Скорость встречи  $V_y$  с мишенью убойного осколка минимальной массы  $m_m$  определяется в зависимости от критического значения энергии убойного осколка  $\mathcal{E}^*$ , Дж:

$$V_y = \sqrt{\frac{2 \cdot \mathcal{E}^*}{m_m}} \quad (3.4.25)$$

Значение массы  $m_m$  в диапазоне  $d \leq m < f$  находится совместным решением соотношений (2.7.30), (2.7.33) и (2.7.37) или соответствующего трансцендентного уравнения (2.7.38) (здесь  $m_m$  в кг):

$$\sqrt{m_m} \cdot \exp\left[-\frac{R}{R_*(m_m)}\right] = \sqrt{2\mathcal{E}^*/V_0} \quad (3.4.26)$$

При дроблении оболочки полагается, что в спектре отсутствуют осколки с массой менее  $m_0$ , а доля осколков с массой  $f$  и более, весьма мала. Поэтому можно принять, что нулевой вероятности поражения соответствует случай нулевой доли убойных осколков ( $C_0 = 0$ ), когда значение  $m_m > f$ , т.е. минимальная масса убойного осколка выходит за пределы реального спектра осколков. Или, что то же: все осколки на расчетном радиусе имеют энергию меньше величины  $\mathcal{E}^*$ . Альтернативный случай  $m_m < m_0$  укажет, что все осколки спектра убойные, т.е. их доля  $C_0 = 1$ , и для оценки вероятности поражения достаточно определить плотность всего осколочного поля на заданном радиусе.

Доля  $C_0$  убойных осколков определяется интерполяцией табличной зависимости  $P(m)$  в диапазоне  $m_0 \leq m_m < f$ :

$$C_0 = 0,01 \cdot P(m_m) \quad (3.4.27)$$

Средняя плотность убойных осколков при одиночном взрыве на расстоянии  $R$  равна произведению  $n$  и  $C_0$ , и вероятность поражения определяется по формуле:

$$P_s = 1 - \exp(-n \cdot C_0 \cdot F_0) \quad (3.4.28)$$

где  $F_0$  – площадь проекции мишени на плоскость, нормальную вектору скорости осколков,  $m^2$ .

Результаты расчета приведены ниже (табл. 3.4.7) для наиболее опасного случая – взрыва резервуара хранения.

Таблица 3.4.7 – Параметры осколочного поля и вероятность поражения людей  $P_{s}$  осколками на различных расстояниях  $R$  при аварийном взрыве резервуара хранения

Расстояние $R$ , м	Минимальная масса убойного осколка $m_m$ , кг	Средняя плотность убойных осколков $n \cdot C_0$	Доля убойных осколков $C_0$ , %	Вероятность поражения, $P_s$ в долях
Резервуар хранения				
1	0,014	$8,087 \cdot 10^3$	52,788	1
14,5	0,068	10,842	14,88	0,996
24,4	0,117	2,778	10,794	0,751
31,6	0,151	1,416	9,233	0,507
33,7	0,343	0,59	4,373	0,255
35,5	0,411	0,383	3,153	0,174
<b>39</b>	<b>0,585</b>	<b><math>4,274 \cdot 10^{-3}</math></b>	<b>0,042</b>	<b><math>2,134 \cdot 10^{-3}</math></b>

## **РАЗДЕЛ 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

Объектом исследования данной выпускной работы является, оценка рисков возникновения чрезвычайных ситуаций на железнодорожной станции Томск-Грузовой. Склад ГСМ, кабинет заместителя главного инженера по ОТ и ТБ.

### **4.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства**

Согласно ТК РФ, N 197 – ФЗ работник склада ГСМ, кабинет заместителя главного инженера по ОТ и ТБ имеет право на:

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

#### **4.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Рабочее место в кабинете заместителя главного инженера по ОТ и ТБ склада ГСМ должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Оно должно занимать площадь не менее 4,5 м<sup>2</sup>, высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем – не менее 20 м<sup>3</sup> на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 кв. мм. Под

столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина – 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 – 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

Рабочее место сотрудника, кабинет заместителя главного инженера по ОТ и ТБ склада ГСМ, соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

#### **4.2. Производственная безопасность**

Работа в кабинете заместителя главного инженера по ОТ и ТБ склада ГСМ, подразумевает использование электронной вычислительной машины (ЭВМ) и серверного оборудования, с точки зрения социальной ответственности: целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при оценке риска возникновения ЧС или работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

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

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [28].

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен ниже (таблица 4.2.1.1).

Таблица 4.2.1.1 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке программного модуля

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Оценка риска возникновения аварийной ситуации на опасном производственном объекте (склад ГСМ) 2) Работа с ЭВМ	1. Повышенный уровень электромагнитных полей [2, 17]; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; [2,3, 17]; 3. Повышенный уровень шума на рабочем месте; [2, 17]; 4. Неудовлетворительный микроклимат [2, 17];	1. Поражение электрическим током 2. Пожаровзрывоопасность	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03  СанПиН 2.2.2.542-96  СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03  СанПиН 2.2.4.1191-03  СП 52.13330.2011  СанПиН 2.2.4.548-96  СН 2.2.4/2.1.8.562-96

#### 4.2.2. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

При использовании ЭВМ в кабинете заместителя главного инженера по ОТ и ТБ склада ГСМ, основным источником потенциально вредных и опасных производственных факторов (ОВПФ) является ЭВМ, возможность поражения электрическим током. Использование серверного оборудования может привести к наличию таких вредных факторов, как повышенный уровень статического электричества, повышенный уровень электромагнитных полей, повышенная напряженность электрического поля.

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

ЭВМ должны соответствовать требованиям настоящих санитарных правил и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке[29].

Допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП)в помещениикабинета заместителя главного инженера по ОТ и ТБ склада ГСМ, создаваемых ЭВМ, не должны превышать значений [30], представленных ниже (табл. 4.2.2.1).

Таблица 4.2.2.1 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ЭВМ

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

Уровни ЭМП, ЭСП в кабинетезаместителя главного инженера по ОТ и ТБ склада ГСМ, перечисленные в таблице 4.2.2.1 соответствуют нормам.

*Электробезопасность:*

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещаются рабочее место с ЭВМ в кабинете заместителя главного инженера по ОТ и ТБ склада ГСМ, оборудование должно быть оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации[16].

Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия:

- 1) оформление работы нарядом или устным распоряжением;

- 2) проведение инструктажей и допуск к работе;
- 3) надзор во время работы.

Уровень напряжения для питания ЭВМ в данном помещении 220В, для серверного оборудования 380 В. По опасности поражения электрическим током кабинет заместителя главного инженера по ОТ и ТБ склада ГСМ относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°, с влажностью 40-50%) [31].

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются:

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

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

Не следует размещать рабочие места с ЭВМ вблизи силовых кабелей, технологического оборудования, создающего помехи в работе ЭВМ[29].

### *Освещение:*

В кабинете заместителя главного инженера по ОТ и ТБ склада ГСМ имеется естественное (боковое двухстороннее) и искусственное освещение. Рабочие столы размещены таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения. В кабинете заместителя главного инженера по ОТ и ТБ склада ГСМ, в случаях работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 – 500 лк [32]. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк [32].

В качестве источников света применяются светодиодные светильники или металлогалогенные лампы (используются в качестве местного освещения) [32].

Таблица 4.2.2.2 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений жилых зданий [32]

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

Согласно [33] освещение в кабинете заместителя главного инженера по ОТ и ТБ склада ГСМ соответствует допустимым нормам.

*Шум:*

При работе с ЭВМ в кабинете заместителя главного инженера по ОТ и ТБ склада ГСМ характер шума – широкополосный с непрерывным спектром более 1 октавы.

Таблица 4.2.2.3 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест [8]

№ пп.	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										Уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА)
		1,5	3	25	50	500	6000	7000	000	8000		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных.	6	1	1	4	49	5	2	0	38	50	

Согласно [33] уровень шума в кабинете заместителя главного инженера по ОТ и ТБ склада ГСМ не более 80 дБА и соответствует нормам.

*Микроклимат:*

Для создания и автоматического поддержания в кабинете заместителя главного инженера по ОТ и ТБ склада ГСМ независимо от наружных условий оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года используется водяное отопление, в теплое время года применяется кондиционирование воздуха. Кондиционер представляет собой вентиляционную установку, которая с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды.

Кабинет заместителя главного инженера по ОТ и ТБ склада ГСМ является помещением I б категории. Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) [34].

Таблица 4.2.2.4 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

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

Таблица 4.2.2.5 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения

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

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

Согласно [33] микроклимат в кабинете заместителя главного инженера по ОТ и ТБ склада ГСМ соответствует допустимым нормам.

### **4.3. Экологическая безопасность**

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

#### **4.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду**

С точки зрения влияния на окружающую среду можно рассмотреть влияние серверного оборудования при его утилизации.

Большинство компьютерной техники содержит бериллий, кадмий, мышьяк, поливинилхлорид, ртуть, свинец, фталаты, огнезащитные составы на основе брома и редкоземельные минералы [35]. Это очень вредные вещества, которые не должны попадать на свалку после истечения срока использования, а должны правильно утилизироваться.

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

1. На первом этапе необходимо создать комиссию, задача которой заключается в принятии решений по списанию морально устаревшей или не рабочей техники, каждый образец рассматривается с технической точки зрения.
2. Разрабатывается приказ о списании устройств. Для проведения экспертизы привлекается квалифицированное стороннее лицо или организация.
3. Составляется акт утилизации, основанного на результатах технического анализа, который подтверждает негодность оборудования для дальнейшего применения.
4. Формируется приказ на утилизацию. Все сопутствующие расходы должны отображаться в бухгалтерии.
5. Утилизацию оргтехники обязательно должна осуществлять специализированная фирма.
6. Получается специальная официальной формы, которая подтвердит успешность уничтожения электронного мусора.

После оформления всех необходимых документов, компьютерная техника вывозится со склада на перерабатывающую фабрику. Все полученные в ходе переработки материалы вторично используются в различных производственных процессах [36].

#### **4.3.2. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду**

Процесс исследования представляет из себя работу с информацией, такой как технологическая литература, статьи, ГОСТы и нормативно-техническая документация, а также разработка математической модели с помощью различных программных комплексов. Таким образом процесс исследования не имеет влияния негативных факторов на окружающую среду.

#### **4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

##### **4.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС**

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-94 ЧС – это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или определенной территории (акватории), вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием, эпидемией, эпизоотией (болезнь животных), эпифитотией (поражение растений), применением возможным противником современных средств поражения и приведшее или могущее привести к людским или материальным потерям.

С точки зрения выполнения проекта характерны следующие виды ЧС:

1. Пожары, взрывы.
2. Внезапное обрушение зданий, сооружений.
3. Геофизические опасные явления (землетрясения).
4. Метеорологические и агрометеорологические опасные явления.

Наиболее вероятной ЧС в данном случае можно назвать пожар в аудитории с серверным оборудованием. В серверной комнате применяется дорогостоящее оборудование, не горючие и не выделяющие дым кабели. Таким образом возникновение пожаров происходит из-за человеческого фактора, в частности, это несоблюдение правил пожарной безопасности. К примеру,

замыкание электропроводки - в большинстве случаев тоже человеческий фактор. Соблюдение современных норм пожарной безопасности позволяет исключить возникновение пожара в серверной комнате.

- Согласно СП 5.13130.2009 предел огнестойкости серверной должен быть следующим: перегородки – не менее EI 45, стены и перекрытия – не менее REI 45, т.е. в условиях пожара помещение должно оставаться герметичным в течение 45 минут, препятствуя дальнейшему распространению огня.

- Помещение серверной должно быть отдельным помещением, функционально не совмещенным с другими помещениями. К примеру, не допускается в помещении серверной организовывать мини-склад оборудования или канцелярских товаров.

- При разработке проекта серверной необходимо учесть, что автоматическая установка пожаротушения (АУПТ) должна быть обеспечена электропитанием по первой категории (п. 15.1 СП 5.13130.2009).

- Согласно СП 5.13130.2009 в системах воздуховодов общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха защищаемых помещений следует предусматривать автоматически закрывающиеся при обнаружении пожара воздушные затворы (заслонки или противопожарные клапаны).

#### **4.4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС**

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в кабинете заместителя главного инженера по ОТ и ТБ склада ГСМ. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основные источники возникновения пожара:

1) Неисправное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неполадки, а также проводить плановый осмотр электрооборудования.

2) Электрические приборы с дефектами. Профилактика пожара включает в себя своевременный и качественный ремонт электроприборов.

3) Перегрузка в электроэнергетической системе (ЭЭС) и короткое замыкание в электроустановке.

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

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

- обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки домашних индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек в местах, недоступных детям);
- пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;
- обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования).

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

Согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре

должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

В кабинете заместителя главного инженера по ОТ и ТБ склада ГСМ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1 шт., ОП-3, 1 шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.).

Таблица 4.4.2.1 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках

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

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

Таблица 4.4.2.2 – Категории помещений по пожарной опасности

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

В здании склада ГСМ, находящимся на территории железнодорожной станции Томск-Грузовой имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию.

## **РАЗДЕЛ 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ. РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

Объектом исследования данной выпускной работы является склад ГСМ, находящийся на территории железнодорожной станции Томск-Грузовой. В случае возникновения аварии при полной разгерметизации ж/д цистерны с последующим проливом и возгоранием ТВС на участках транспортирования и складе ГСМ, последствия могут представлять собой большую опасность для окружающей среды, селитебной зоны и могут привести к существенному экономическому ущербу, что указывает на необходимость предупреждения и возможной минимизации рисков возникновения ЧС.

Суть исследования заключается в разработке мероприятий, обеспечивающих безопасное и надежное функционирование технологического оборудования на складе ГСМ и на основе результатов методики определить риск возникновения ЧС на железнодорожной станции.

Потенциальными потребителями результатов проведенного исследования являются предприятия топливно-энергетического комплекса.

### **5.1. Анализ конкурентных технических решений**

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

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

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок.

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

Данный анализ произведём с помощью оценочной карты (таблица 5.1.1). Оценка будет происходить по 5 бальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Вес показателей в сумме должны составлять 1.

Таблица 5.1.1 – Оценочная карта конкурентных технических решений

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Бф	Бк1	Кф	Кк1
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Удобство в эксплуатации	0,200	5	5	1	1
2. Потребность в дополнительных исследованиях	0,100	5	4	0,5	0,4
3. Специальное оборудование	0,080	5	3	0,4	0,24
4. Универсальность метода	0,060	4	5	0,24	0,3
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Суммарная стоимость оборудования	0,200	5	5	1	1
2. Цена	0,060	4	4	0,24	0,24
3. Специалисты узкого профиля для работы с методикой	0,200	5	5	1	1
4. Конкурентоспособность	0,100	4	4	0,4	0,4
	1	7	35	4,78	4,58

Список обозначений:

Бф – пожарная безопасность технологических процессов. Метод контроля. Оценка пожарной опасности технологических процессов проводится на основе оценки их риска. Выбор параметров пожарной опасности определяется исходя из рассматриваемых вариантов аварий и свойств опасных веществ;

Бк1 – методика определения условий теплового самовозгорания веществ и материалов. Методика позволяет определить условия теплового

самовозгорания материалов. Так же позволяет определять пожаробезопасные условия переработки транспортирования и хранения самовозгорающихся веществ. Проводится на основании экспериментальных исследований.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \times B_i, \quad (5.1.1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Опираясь на полученные результаты из таблицы 5.1.1, можно заключить что «Пожарная безопасность технологических процессов. Метод контроля» является наиболее эффективным и целесообразным способом для определения пожарных рисков на производстве.

Уязвимость конкурентов объясняется наличием таких причин, как необходимость дополнительных исследований для получения достоверных результатов, использование дополнительного специального оборудования, необходимость иметь в штате сотрудников, узких специалистов, для работ с данными методиками на предприятии.

## **5.2. Планирование научно-исследовательских работ**

### **5.2.1. Структура работ в рамках научного исследования**

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входит преподаватель и студент. Перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, а также распределение исполнителей по видам работ представлены ниже (таблица 5.2.1.1).

Таблица 5.2.1.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Составление и утверждения темы выпускной квалификационной работы (ВКР)	Научный руководитель, студент
	2	Составление предварительного плана выполнения ВКР	Научный руководитель, студент
	3	Корректировка и утверждение плана выполнения ВКР	Научный руководитель, студент
Основной этап	4	Изучение и подбор литературных и других источников информации по теме ВКР для написания работы	Студент
	5	Сбор, анализ и обобщение информации по теме ВКР	Студент
	6	Написание теоретической части ВКР	Студент
	7	Подведение промежуточных итогов	Научный руководитель, студент
	8	Выполнение практической части ВКР	Студент
Заключительный этап	9	Оценка и анализ полученных результатов выпускной квалификационной работы	Научный руководитель, студент
	10	Оформление ВКР	Студент

### 5.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

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

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

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

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min\ i} + 2t_{\max\ i}}{5}, \quad (5.2.2.1)$$

где –  $t_{ож\ i}$  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.

Исходя из данных таблицы 5.2.1.1 «Перечень этапов, работ и распределение исполнителей» найдем ожидаемое (среднее) значение трудоемкости каждого этапа проделанной работы:

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

$$t_{ож1} = \frac{3t_{\min\ 1} + 2t_{\max\ 1}}{5} = \frac{3 \times 2 + 2 \times 5}{5} = 3,2 \text{ чел.-дн.}$$

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

$$t_{ож2} = \frac{3t_{\min\ 2} + 2t_{\max\ 2}}{5} = \frac{3 \times 2 + 2 \times 6}{5} = 3,6 \text{ чел.-дн.}$$

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

$$t_{ож3} = \frac{3t_{\min\ 3} + 2t_{\max\ 3}}{5} = \frac{3 \times 6 + 2 \times 10}{5} = 7,6 \text{ чел.-дн.}$$

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

$$t_{ож4} = \frac{3t_{\min\ 4} + 2t_{\max\ 4}}{5} = \frac{3 \times 12 + 2 \times 20}{5} = 15,2 \text{ чел.-дн.}$$

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

$$t_{ож5} = \frac{3t_{\min 5} + 2t_{\max 5}}{5} = \frac{3 \times 9 + 2 \times 18}{5} = 12,6 \text{ чел.-дн.}$$

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

$$t_{ож6} = \frac{3t_{\min 6} + 2t_{\max 6}}{5} = \frac{3 \times 10 + 2 \times 20}{5} = 20 \text{ чел.-дн.}$$

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

$$t_{ож7} = \frac{3t_{\min 7} + 2t_{\max 7}}{5} = \frac{3 \times 3 + 2 \times 7}{5} = 4,6 \text{ чел.-дн.}$$

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

$$t_{ож8} = \frac{3t_{\min 8} + 2t_{\max 8}}{5} = \frac{3 \times 5 + 2 \times 10}{5} = 7 \text{ чел.-дн.}$$

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

$$t_{ож9} = \frac{3t_{\min 9} + 2t_{\max 9}}{5} = \frac{3 \times 3 + 2 \times 7}{5} = 7 \text{ чел.-дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 10-го этапа работы:

$$t_{ож10} = \frac{3t_{\min 10} + 2t_{\max 10}}{5} = \frac{3 \times 12 + 2 \times 20}{5} = 15,2 \text{ чел.-дн.}$$

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

$$T_{p_i} = \frac{toжi}{Ч_i}, \quad (5.2.2.2)$$

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

$toжi$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Исходя из данных таблицы 5.2.1.1 «Перечень этапов, работ и распределение исполнителей» и ожидаемого (среднего) значения трудоемкости каждого этапа прделанной работы, найдем продолжительность одной работы  $T_{p_i}$  на каждом этапе:

Продолжительность одной работы на выполнение 1-го этапа работы:

$$T_{p_1} = \frac{toж1}{Ч_1} = \frac{3,2}{2} = 1,6 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность одной работы на выполнение 2-го этапа работы:

$$T_{p_2} = \frac{toж2}{Ч_2} = \frac{3,6}{2} = 1,8 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность одной работы на выполнение 3-го этапа работы:

$$T_{p_3} = \frac{toж3}{Ч_3} = \frac{7,6}{2} = 3,8 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность одной работы на выполнение 4-го этапа работы:

$$T_{p_4} = \frac{toж4}{Ч_4} = \frac{15,2}{1} = 15,2 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность одной работы на выполнение 5-го этапа работы:

$$T_{p_5} = \frac{toж5}{Ч_5} = \frac{12,6}{1} = 12,6 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность одной работы на выполнение 6-го этапа работы:

$$T_{p_6} = \frac{toж6}{Ч_6} = \frac{20}{1} = 20 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность одной работы на выполнение 7-го этапа работы:

$$T_{p_7} = \frac{toж7}{Ч_7} = \frac{4,6}{2} = 2,3 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность одной работы на выполнение 8-го этапа работы:

$$T_{p_8} = \frac{t_{ож8}}{Ч_8} = \frac{8}{1} = 8 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность одной работы на выполнение 9-го этапа работы:

$$T_{p_9} = \frac{t_{ож9}}{Ч_9} = \frac{7}{2} = 3,5 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность одной работы на выполнение 10-го этапа работы:

$$T_{p_{10}} = \frac{t_{ож10}}{Ч_{10}} = \frac{15,2}{1} = 15,2 \text{ раб.дн.}$$

По результатам расчетов можно заключить, что наибольшую трудоемкость и продолжительность будут иметь 4-ый, 5-ый, 6-ый, 10-ый этапы работы.

### 5.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

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:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k_{\text{кал}}, \quad (5.2.3.1)$$

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5.2.3.2)$$

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.

Рассчитаем коэффициент календарности:

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

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях:

$$T_{k1} = T_{p1} \times k_{\text{кал}} = 1,6 \times 1,48 = 2,37 \approx 2 \text{ к.д.}$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях:

$$T_{k2} = T_{p2} \times k_{\text{кал}} = 1,8 \times 1,48 = 2,66 \approx 3 \text{ к.д.}$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях:

$$T_{k3} = T_{p3} \times k_{\text{кал}} = 3,8 \times 1,48 = 5,62 \approx 6 \text{ к.д.}$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях:

$$T_{k4} = T_{p4} \times k_{\text{кал}} = 15,2 \times 1,48 = 22,4 \approx 22 \text{ к.д.}$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях:

$$T_{k5} = T_{p5} \times k_{\text{кал}} = 12,6 \times 1,48 = 18,6 \approx 19 \text{ к.д.}$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях:

$$T_{k6} = T_{p6} \times k_{\text{кал}} = 20 \times 1,48 = 29,6 \approx 30 \text{ к.д.}$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях:

$$T_{k7} = T_{p7} \times k_{\text{кал}} = 2,3 \times 1,48 = 3,4 \approx 3 \text{ к.д.}$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях:

$$T_{k8} = T_{p8} \times k_{\text{кал}} = 8 \times 1,48 = 11,8 \approx 12 \text{ к.д.}$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях:

$$T_{k9} = T_{p9} \times k_{\text{кал}} = 3,5 \times 1,48 = 5,1 \approx 5 \text{ к.д.}$$

Продолжительность выполнения 10-й работы в календарных днях:

$$T_{k10} = T_{p10} \times k_{\text{кал}} = 15,2 \times 1,48 = 22,4 \approx 22 \text{ к.д.}$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе  $T_{ki}$  необходимо округлить до целого числа (таблица 5.2.3.1).

Таблица 5.2.3.1 – Временные показатели проведения научного исследования

№	Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях, $T_{ki}$
		min, ел.-дн.	max, ел.-дн.	ож, ел.-дн.			
1	Составление и утверждения темы выпускной квалификационной работы (ВКР)	2	5	3,2	Научный руководитель, студент	1,6	2
2	Составление предварительного плана выполнения ВКР	2	6	3,6	Научный руководитель, студент	1,8	3
3	Корректировка и утверждение плана выполнения ВКР	6	0	7,6	Научный руководитель, студент	3,8	6
4	Сбор, анализ и обобщение информации по теме ВКР	1	18	12,6	Студент	12,6	19
5	Написание теоретической части ВКР	20	10	20	Студент	20	30
6	Подведение промежуточных итогов	3	7	4,6	Научный руководитель, студент	2,3	3
7	Выполнение практической части ВКР	5	0	7	Студент	8	12
8	Оценка и анализ полученных результатов выпускной квалификационной работы	3	7	7	Научный руководитель, студент	3,5	5
9	Оформление ВКР	12	0	15,2	Студент	15,2	22

На основании таблицы 5.2.3.1 построим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе (табл. 5.2.3.2) с разбивкой по месяцам и декадам (9 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует выделить различным цветом в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

### **5.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)**

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

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

#### **5.3.1. Расчет материальных затрат НТИ**

Данный элемент включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, включая расходы на их приобретение и при необходимости – доставку.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} , \quad (5.3.1.1)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. Транспортные расходы составляют 20% от стоимости материалов.

Величина коэффициента ( $k_T$ ), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 5.3.1.1.

Таблица 5.3.1.1 – Расчет бюджета затрат на приобретение материалов

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, ( $Z_M$ ), руб
Бумага А4	пачка	1	350	350
Картридж для принтера	штука	1	1550	1550
Тетрадь формата А4, 80 листов		1	110	110
Карандаш простой		2	15	30
Ручка шариковая		1	30	30
Ручка гелевая		1	70	70
Папка-файл		5	10	50
Папка-скоросшиватель		2	25	50
Степлер		1	50	50
<b>Итого</b>				1940

### 5.3.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Все расчеты по приобретению спецоборудования, включая 15% на затраты по доставке и монтажу, отображены ниже (табл. 5.3.2.1).

Таблица 5.3.2.1 – Расчет затрат на оборудование для научных работ

Наименование оборудования	Кол-во	Стоимость, руб.	Амортизационные отчисления
Компьютер, в т.ч.;	1	15650	2347,5
Системный блок	1	8990	1348,5
Монитор	1	3550	532,5
Манипулятор-мышь	1	350	52,5
Клавиатура	1	690	103,5
Сетевой фильтр	1	230	34,5
Принтер	1	2600	390,0
<b>Итого:</b>		32060	4809,0

### 5.3.3. Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы (таблица 5.3.3.2).

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (5.3.3.1)$$

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

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ).

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \times T_p, \quad (5.3.3.2)$$

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \times M}{F_d}, \quad (5.3.3.3)$$

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, рабочих дней (таблица 5.3.3.1).

Таблица 5.3.3.1 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	28
- невыходы по болезни	7	7
Действительный годовой фонд рабочего времени	192	212

Месячный должностной оклад работника:

$$З_M = З_{ТС} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p, \quad (5.3.3.4)$$

где  $З_{ТС}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $З_{ТС}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от  $З_{ТС}$ );

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для г. Томска).

Месячный должностной оклад научного руководителя:

$$З_M = З_{ТС} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p = 22000 \times (1 + 0,3 + 0,3) \times 1,3 = 45968 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад студента:

$$З_M = З_{ТС} \times (1 + k_{пр} + k_d) \times k_p = 8000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 15600 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата научного руководителя:

$$З_{дн} = \frac{З_M \times M}{F_d} = \frac{45968 \times 10,4}{192} = 2490 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата студента:

$$З_{дн} = \frac{З_M \times M}{F_d} = \frac{15600 \times 11,2}{212} = 824 \text{ руб.}$$

Рассчитаем рабочее время:

$$T_{р,науч.рук} = 1,6 + 1,8 + 3,8 + 2,3 + 3,5 = 13 \text{ раб.дн}$$

$$T_{р,студент} = 1,6 + 1,8 + 3,8 + 15,2 + 12,6 + 20 + 2,3 + 8 + 3,5 + 15,2 = 84 \text{ раб.дн.}$$

Основная заработная плата научного руководителя:

$$З_{осн} = З_{дн} \times T_p = 2490 \times 13 = 32370 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата студента:

$$З_{осн} = З_{дн} \times T_p = 824 \times 84 = 62216 \text{ руб.}$$

Таблица 5.3.3.2 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента

Исполнители	З <sub>тс</sub> , руб	к <sub>пр</sub>	к <sub>д</sub>	к <sub>р</sub>	З <sub>м</sub> , руб.	З <sub>дн</sub> , руб.	Т <sub>р</sub> , раб.дни	З <sub>осн</sub> , руб
Научный руководитель	2000	,3	,3	,3	5968	490	3	2370
Студент	000	,3	,2	,3	5600	24	4	2216
<b>Итого, З<sub>осн</sub></b>								4586

#### 5.3.4. Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times Z_{\text{осн}} \quad (5.3.4.1)$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Следовательно, дополнительная зарплата научного руководителя:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times Z_{\text{осн}} = 0,14 \times 32370 = 4532 \text{ руб.}$$

Дополнительная зарплата студента:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times Z_{\text{осн}} = 0,14 \times 62212 = 8710 \text{ руб.}$$

#### 5.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (5.3.5.1)$$

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

В 2019 году ставка на размер страховых взносов – 28% (п.1 ст. 58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность). Отчисления во внебюджетные фонды представим ниже (таблица 5.3.5.1).

Таблица 5.3.5.1 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Научный руководитель	32370	4532
Студент	62216	8710
Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды, $k_{\text{внеб}}$	0,28	
Отчисления во внебюджетные фонды ( $Z_{\text{внеб}}$ ), руб.		
Научный руководитель	10332	
Студент	19859	
Итого	30191	

### 5.3.6. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \times k_{\text{нр}}, \quad (5.3.6.1)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы, равна 16%

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= ((\text{сумма статей } 1 - 5) \times k_{\text{нр}}) = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{а}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \times 0,16 \\ &= (1940 + 36869 + 94586 + 13242 + 30191) \times 0,16 = 28292,48 \end{aligned}$$

### **5.3.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта**

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Сводные показатели, которые формируют бюджет затрат ВКР, отражены ниже (таблица 5.3.7.1).

Таблица 5.3.7.1 – Расчет бюджета затрат НТИ

№	Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1	Материальные затраты НТИ	1940	Пункт 5.3.1
2	Расчет затрат на специальное оборудование	36869	Пункт 5.3.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	94586	Пункт 5.3.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	13242	Пункт 5.3.4
5	Отчисления во внебюджетные фонды	30191	Пункт 5.3.5
6	Накладные расходы	28292,48	16% от суммы ст. 1-5
7	Бюджет затрат НТИ	205120,48	Сумма ст. 1- 6

#### **Вывод по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»**

Для выполнения данной исследовательской работы необходимо провести 10 ключевых этапов, позволяющих построить диаграмму Ганта, которая наглядно отражает продолжительность исследования. Общая продолжительность исследования составила 84 рабочих дня.

В результате проведения расчетов по основным статьям, составляющим бюджет научно-исследовательского проекта, была составлена итоговая таблица, где наглядно представлено, что сумма бюджета затрат НТИ составила 205120,48 рублей. Причем наибольшая часть затрат приходится на выплату основной заработной платы исполнителям (94586 рублей).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Участок транспортирования и склад ГСМ относится к опасным производственным объектам, так как на их территории принимаются, хранятся и отпускаются потребителям легковоспламеняющиеся жидкости.

Наличие на территории склада до 250 тонн светлых нефтепродуктов и 180 тонн нефтяных масел в резервуарах и разветвленной сети трубопроводов с фланцевыми соединениями представляет опасность аварийной разгерметизации с разливом нефтепродукта. Разлив может быть на всех стадиях технологического процесса: при сливе из железнодорожных цистерн, хранении в резервуаре и при выдаче нефтепродуктов потребителям. При наличии источника воспламенения возможен взрыв и пожар светлых нефтепродуктов и пожар нефтяных масел.

По воздействию на организм человека применяемые на объекте нефтепродукты относятся к малоопасным веществам (IV класс опасности по ГОСТ 12.001.05). Пары бензина, дизельного топлива вызывают раздражение слизистых оболочек глаз, органов дыхания и кожи, головокружение, тошноту, кашель, рвоту, потерю сознания. Разливы и продукты сгорания нефтепродуктов приводят к загрязнению окружающей среды.

На основании анализа риска и результатов расчетов зон разрушения и теплового поражения установлено:

1. В случае если в резервуарном парке бензина/дизельного топлива или на эстакаде произойдет полное разрушение емкости, заполненной до предельного верхнего уровня ЛВЖ, и если пролитый продукт не удастся откачать в аварийный резервуар в подземном парке, топливо покроет всю поверхность обвалования резервуаров в резервуарном парке бензинов или свободно разольется по поверхности с выходом за пределы эстакады с испарением в атмосферу значительного количества взрывоопасных паров.

2. При наличии источника воспламенения возможен взрыв паров. Радиусы разрушений оказываются такими, что в их зону попадают соседние резервуары, оборудование площадки налива нефтепродуктов у резервуарного парка, помещение насосной станции.

3. Разрушение топливосодержащего оборудования под действием ударной волны вызовет загорание находящихся в нем продуктов, которое перейдет в пожар большой интенсивности (пожар разлития).

4. Пожар разлития нефтепродукта, если не будут приняты эффективные меры к его локализации и тушению, приведет к загоранию в резервуарном парке масел, взрывам и пожарам на пунктах налива продукта в автоцистерны. Таким образом, пожар может охватить все топливосодержащее оборудование склада ГСМ.

Для уменьшения (поддержания на приемлемом уровне) риска аварий на предприятии с учетом проведенного анализа его опасности необходимо продолжать реализацию мероприятий, направленных на уменьшение вероятности возникновения аварий, а также на уменьшение тяжести их последствий.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 г. № 116-ФЗ (с изменениями на 30.11.2011 г.);
2. РД 09-398-01 «Методические рекомендации по классификации аварий и инцидентов на опасных производственных объектах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности»;
3. РД 15-630-04 «Методические рекомендации по классификации аварий и инцидентов при транспортировании опасных веществ»;
4. РД 03-418-01 «Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов» (утв. Постановлением Госгортехнадзора РФ от 10.07.2001 г. № 30);
5. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утв. Приказом МЧС России № 404 от 10.07.2009 г., в ред. Приказа МЧС России № 649 от 14.12.2010 г.) (зарег. в Минюсте РФ 17.08.2009 г. № 14541);
6. Руководство по оценке пожарного риска для промышленных предприятий (утв. ФГУ ВНИИПО МЧС России 17.03.2006 г.);
7. Анализ риска аварий на предприятиях по хранению светлых нефтепродуктов методом построения деревьев опасности. Безопасность труда в промышленности № 10 2001 г.;
8. СП 12.13130.2009 «Определение категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» (утв. Приказом МЧС РФ от 25.03.2009 г. № 182) (ред. от 09.12.2010 г.);
9. Брушлинский Н.Н., Корольченко А.Я. Моделирование пожаров и взрывов. - Москва: Ассоциация «Пожнаука», 2000 г.;
10. Справочник по расчетам гидравлических и вентиляционных систем. – Санкт-Петербург: НПО «Мир и Семья», НПО «Профессионал», 2004 г.;

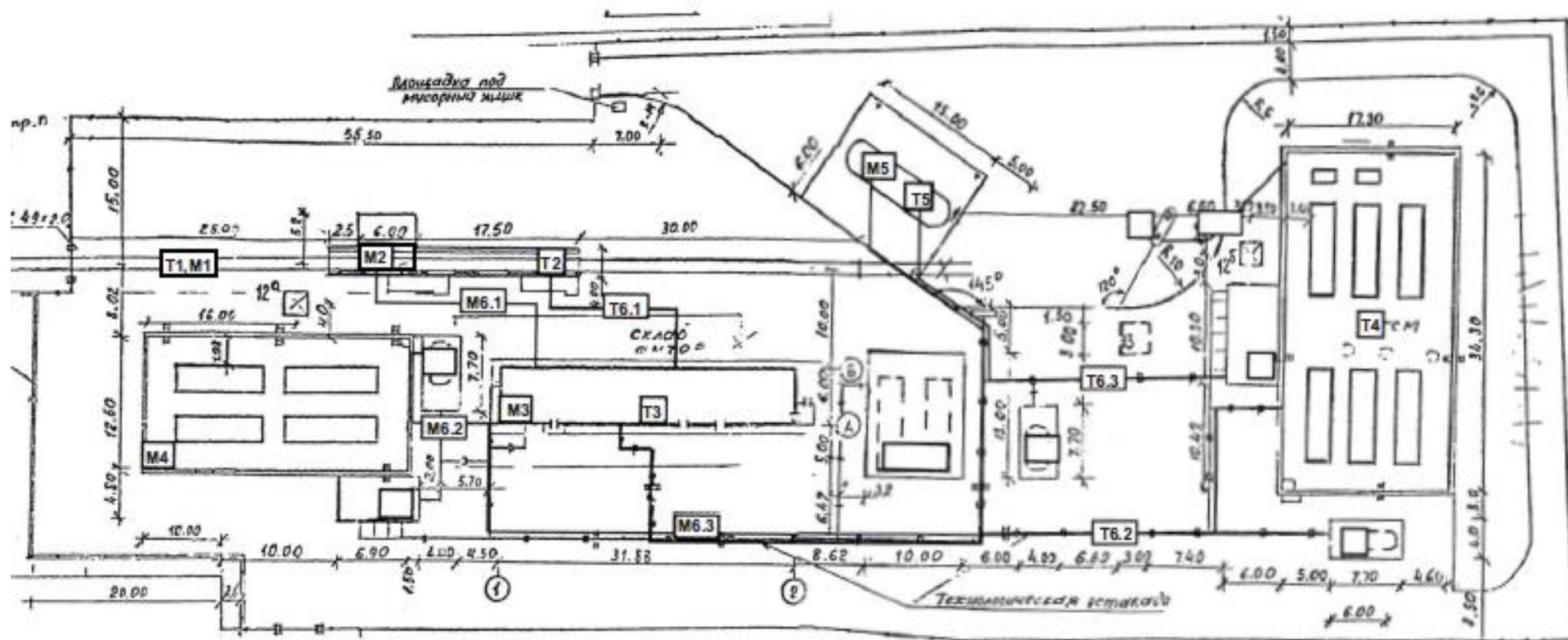
- 11.Статья «О расчете объемов разливов опасных жидкостей при авариях на объектах трубопроводного транспорта» С.И. Сумской, А.В. Пчельников, М.В. Лисанов. Безопасность труда в промышленности № 2, 2006 г.;
- 12.Постановление Правительства РФ «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» от 21.08.2000 г. № 613 (с изменениями на 15.04.2002 г.);
- 13.ПБ 09-540-03 «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (утв. постановлением Госгортехнадзора России от 05.05.2003 г. № 29);
- 14.ГОСТ Р 12.3.047-98 «ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля»;
- 15.Котляревский В.А., Шаталов А.А., Ханухов Х.М. Безопасность резервуаров и трубопроводов. – М.: Изд-во «Экономика и информатика», 2000. – 555 с.;
- 16.Методика оценки и ранжирования объектов и территорий жд транспорта по показателям чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами [интернет-ресурс] <http://lib.ua-ru.net/diss/cont/184711.html>. Дата обращения: 21.05.2019 г.;
- 17.Методика оценки рисков возникновения ЧС в мультимодальных перевозках [интернет-ресурс] <http://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-riskov-vozniknoveniya-chrezvychaynyh-situatsiy-v-multimodalnyh-perevozkah>. Дата обращения: 21.05.2019 г.;
- 18.Порядок разработки и экспертизы ПЛАЗ [интернет-ресурс] <http://textarchive.ru/c-1853755-pall.html#1>. Дата обращения 22.05.2019 г.;
- 19.Особенности ЧС на жд транспорте [интернет-ресурс][http://knowledge.allbest.ru/life/3c0b65625b2ad78b5c43a88421206c37\\_0.html](http://knowledge.allbest.ru/life/3c0b65625b2ad78b5c43a88421206c37_0.html). Дата обращения: 23.05.2019 г.;
- 20.План по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на территории муниципального образования «город

- Томск» [интернет-ресурс]<http://www.pandia.ru/text/77/135/463.php>. Дата обращения: 24.05.2019 г.;
- 21.Хроника аварий [интернет-ресурс] <http://elibrary.ru/item.asp?id=11635737>. Дата обращения: 25.05.2019 г.;
- 22.Хроника аварий [интернет-ресурс] <http://elibrary.ru/item.asp?id=11635409>. Дата обращения: 25.05.2019 г.;
- 23.Выпуск №3 2009 г. [интернет-ресурс] [http://new.igps.ru/Content/publication/documents/probl\\_3\\_09\\_6359141809642\\_47891.pdf#3](http://new.igps.ru/Content/publication/documents/probl_3_09_6359141809642_47891.pdf#3). Дата обращения: 25.05.2019 г.;
- 24.Таубкин СИ. Пожар и взрыв, особенности их экспертизы. М. ВНИИПО, 1999 г.;
- 25.Лазарева Н.В., Левина Э.Н. Справочник для химиков, инженеров и врачей.Вредные вещества в промышленности. Том I. Л., Химия, 1976.;
- 26.Поконова Ю.В. Нефть и нефтепродукты. – Спб., 2003 г.;
- 27.Пособие по применению НПБ 105-95 «Определение категорий помещений изданий по взрывопожарной и пожарной опасности».: М. – 1998 г.;
- 28.ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. Стандартиформ, 2015.– 23 с.;
- 29.СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, 2003 г.;
- 30.СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях, 2003 г.;
- 31.Правила устройства электроустановок. Седьмое издание, 2002. – 436 с.;
- 32.СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение, 2011 г.;
- 33.Специальная оценка условий труда на железнодорожном транспорте ОАО «РЖД»,2003 г.;
- 34.СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996 г.;

35. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018);
36. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, 2011. – 32 с.;
37. Безопасность и предупреждение чрезвычайных ситуаций. Основы государственного регулирования деятельности в области промышленной безопасности, защиты населения и окружающей среды. Каталог-справочник. - М.: Институт риска и безопасности, 1999. – 213 с.;
38. Аналитическая справка о состоянии аварийности и травматизма на опасных производственных объектах нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности за 2005 год, опубликованная Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору № 11-09/995 от 04.04.2006 г.;
39. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.97 г. № 116-ФЗ (с изменениями на 30.11.2011 г.).



Приложение 2. План расположения технологического оборудования и сооружений участка транспортирования опасных веществ на железнодорожной станции Томск-Грузовой



Блок № Т1 (М1) – участок транспортирования.

Блок № Т2 (М2) – сливная эстакада с ж/д цистерн.

Блок № Т3 (М3) – насосная с операторной.

Блок № Т4 (М4) – склад моторных топлив (склад масел).

Блок № Т5 (М5) – эстакада для налива ГСМ в автоцистерны.

Блок № Т6 (М6) – технологические трубопроводы.

### Приложение 3. Характеристика опасных веществ, обращающихся

#### на рассматриваемом объекте

Таблица 2.1.1 – Характеристика опасного вещества – бензина

Наименование параметра	Параметр для марки	
	Регуляр Евро 92 вид I класс F и F1	Регуляр-92 класс 3
Название вещества (смеси) - химическое; - торговое.	Бензиновая фракция Бензин автомобильный	
Формула - эмпирическая - структурная	C <sub>6,243</sub> H <sub>16,508</sub>	
Состав,% Примеси: - объемная доля углеводородов, %, не более - олефиновых - ароматических - концентрация свинца, мг/дм <sup>3</sup> , не более - концентрация марганца, мг/дм <sup>3</sup> , не более - концентрация серы, мг/кг, не более - концентрация железа, г/дм <sup>3</sup> , не более - содержание фактических смол, мг/100 см <sup>3</sup> , не более - массовая доля кислорода, %, не более - объемная доля оксигенатов, %, не более - метанола - этанола - изопропилового спирта - изобутилового спирта - третбутилового спирта - эфиров (C5 и выше) - других оксигенатов	18,0 42,0 5,0 отсутствие 150 отсутствие 5,0 2,7 отсутствие 5,0 10,0 10,0 7,0 15,0 10,0	18,0 35,0 10,0 отсутствие 500 отсутствие 5,0 2,7 отсутствие 5,0 10,0 10,0 7,0 15,0 10,0
Общие данные - октановое число по исследовательскому методу - молекулярная масса - температура кипения, °C не выше - плотность при 15 °C кг/м <sup>3</sup>	92 около 100 215 720,0-775,0	92 около 100 215 725,0-780,0

Продолжение таблицы 2.1.1

Наименование параметра	Параметр для марки	
	Регуляр Евро 92 вид I класс F и F1	Регуляр-92 класс 3
<p>Данные о взрывопожароопасности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- температура вспышки не ниже, °С</li> <li>-температура самовоспламенения, °С</li> <li>-температура застывания, °С</li> <li>- давление насыщенных паров, кПа</li> <li>не менее</li> <li>не более</li> <li>-концентрационные пределы распространения пламени, % (по объему)</li> <li>нижний</li> <li>верхний</li> </ul>	<p>минус 35</p> <p>255-370</p> <p>70,0</p> <p>100,0</p> <p>1,0</p> <p>6,0</p>	<p>минус 35</p> <p>255-370</p> <p>50,0</p> <p>80,0</p> <p>1,0</p> <p>6,0</p>
<p>Данные о токсической опасности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м<sup>3</sup></li> <li>- ПДК в атмосферном воздухе, мг/м<sup>3</sup></li> <li>максимально разовая среднесуточная</li> </ul>	<p>Относится к 4-му классу опасности</p> <p>100</p> <p>5,0</p> <p>1,5</p>	
Реакционная способность	Химически нейтрален	
Запах	Характерный	
Коррозионное воздействие	Углеводороды топлива коррозию металлов не вызывают	
Меры предосторожности	<p>В помещениях для хранения и использования автомобильных бензинов запрещается применение открытого огня, а искусственное освещение должно быть выполнено во взрывобезопасном исполнении.</p> <p>В помещениях, где работают с бензином, нельзя пить, курить, принимать пищу. Детали, загрязненные бензином, перед ремонтом необходимо погружать для очистки и обезвреживания в керосин.</p> <p>Заправку емкостей бензином следует производить только закрытым способом. В закрытых плохо вентилируемых помещениях запрещается оставлять открытой тару с бензином или переливать и разливать бензин. Запрещается засасывать бензин ртом с целью создания сифона, а также продувать бензовод или жиклеры карбюратора двигателя. При работе с бензином не допускается использование инструмента, искрящего при ударе.</p>	

Продолжение таблицы 2.1.1

Наименование параметра	Параметр для марки	
	Регуляр Евро 92 вид I класс F и F1	Регуляр-92 класс 3
Информация о воздействии на людей	<p>Легкое отравление парами бензина (времявоздействия 5-10 минут с концентрацией паров бензина от 900 до 3612 мг/м<sup>3</sup>) – при этом появляются головная боль, головокружение, сердцебиение, слабость, психическое возбуждение, беспричинная вялость, легкие подергивания мышц, дрожание рук, мышечные судороги.</p> <p>При непродолжительном вдыхании воздуха сконцентрацией паров бензина от 5000 до 10000 мг/м<sup>3</sup> уже через несколько минут появляются головная боль, неприятные ощущения в горле, кашель, раздражение слизистых оболочек носа, глаз.</p> <p>Кроме того, первыми признаками острого отравления парами бензина являются понижение температуры тела, замедление пульса и другие симптомы. При концентрации паров бензина в воздухе свыше 2,2 % (30 г/м<sup>3</sup>) после 10-12 вдохов человек отравляется, теряет сознание; свыше 3 % (40 г/м<sup>3</sup>) происходит молниеносное отравление (2-3 вдоха) – быстрая потеря сознания и смерть. При воздействии на кожу бензин обезжиривает ее и может вызвать кожные заболевания – дерматиты и экземы. Бензин не накапливается в организме, но ядовитые вещества, растворенные в нем (тетраэтилсвинец), остаются в организме.</p> <p>При отравлении бензином через рот у пострадавшего появляются жжение во рту и пищеводе, жидкий стул, иногда боли в области печени. Если бензин попадает в дыхательные пути, через 2-8 ч развивается бензиновое воспаление легких (боли в боку, кашель с выделением бурой мокроты, повышение температуры тела, изо рта чувствуется запах бензина).</p>	
Средства защиты	<p>Для защиты органов дыхания предусмотрены респираторы и противогазы фильтрующего (эффективны при концентрации паров бензина от 0,5 мг/л до 5 мг/л с коррекцией времени) и изолирующего типов.</p> <p>Для защиты кожи используются специальные защитные костюмы для защиты от нефти и нефтепродуктов из тканевых материалов и материалов с пленочным покрытием. Для кожи рук разработаны защитные пасты («биологические перчатки»). Для защиты ног – резиновая обувь. Для защиты глаз – очки защитные, закрытые, с прямой вентиляцией.</p>	
Методы перевода вещества в безвредное состояние	<p>При разливе бензина необходимо собрать его в отдельную тару, место разлива протереть сухой тряпкой; при разливе на открытой площадке место разлива засыпать песком, а затем удалить его.</p>	

Продолжение таблицы 2.1.1

Наименование параметра	Параметр для марки	
	Регуляр Евро 92 вид I класс F и F1	Регуляр-92 класс 3
Меры первой помощи пострадавшим от воздействия вещества	<p>При отравлении парами бензинов пострадавшего надлежит немедленно вынести (или вывести) на свежий воздух, освободить от стесняющей одежды (расстегнуть ворот, пояс, брюки, юбку). В холодное время года важным является также согревание пострадавшего. При этом надо хорошо растереть конечности, чтобы вызвать усиленную циркуляцию крови.</p> <p>При потере сознания, остановке или ослаблении дыхания необходимо немедленно вызвать врача. До прибытия врача следует обеспечивать вдыхание кислорода, паров нашатырного спирта, производить искусственное дыхание на свежем воздухе. При необходимости пострадавшего следует направить с сопровождающим в лечебное учреждение.</p> <p>Когда пострадавший придет в сознание, необходимо напоить его крепким кофе или чаем (не давать спиртных напитков).</p> <p>При низкой температуре и плохой погоде пострадавшего не выносят на свежий воздух, а переводят в теплое хорошо вентилируемое помещение.</p> <p>При попадании бензина в организм через рот следует промыть желудок. Для этого необходимо выпить 1,5-2 л воды с одной столовой ложкой пищевой соды и вызвать рвоту. Повторить это следует 2-3 раза до исчезновения частиц пищи и слизи.</p> <p>При необходимости проводят искусственное дыхание. В тяжелом состоянии пострадавшему надо срочно вызвать врача.</p>	

Таблица 2.1.2 – Характеристика опасного вещества – дизельного топлива

Наименование параметра	Параметр для марки	
	Л-0,035-62 класс 2	Класс 5 вид 4
Название вещества (смеси) - химическое; - торговое.	Дизельная фракция Топливо дизельное: летнее, зимнее	
Формула - эмпирическая - структурная	$C_{14,511} H_{29,120}$	$C_{12,343} H_{23,889}$
Состав,% Примеси: - массовая доля серы, %, не более: - содержание серы, мг/кг, не более - содержание сероводорода - содержание водорастворимых кислот и щелочей; - содержание фактических смол, мг/100 см <sup>3</sup> топлива, не более: - содержание механических примесей; - содержание воды, мг/кг, не более	0,035 500 отсутствие отсутствие 40 отсутствие отсутствие	– 10 – – – – 200
Общие данные - цетановое число, не менее - молекулярная масса - температура кипения, °С (при давлении 101 кПа) - плотность при 20 °С кг/м <sup>3</sup> - предельная температура фильтруемости, °С, не выше	45 203,6 246 860 - 5	47,0 172,3 209 800-840 (при 15 °С) -44
Данные о взрывопожароопасности - температура вспышки, °С - температура самовоспламенения, °С - пределы взрываемости, % об.	62 300 2-3	30 310 2-3
Данные о токсической опасности - ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup> - ПДК в атмосферном воздухе, мг/м <sup>3</sup>	Относится к 4-му классу опасности  300 1,2	
Реакционная способность	Химически слабо агрессивен	
Запах	Характерный	
Коррозионное воздействие	Корродирующего действия на металлы не оказывает	
Меры предосторожности	Меры предосторожности при работах с дизельным топливом такие же, как и при работах с бензином.	

Продолжение таблицы 2.1.2

Наименование параметра	Параметр для марки	
	Л-0,035-62 класс 2	Класс 5 вид 4
Информация о воздействии на людей	При отравлении парами дизельного топлива наблюдаются те же признаки, как и при отравлении парами бензина. Частое и длительное воздействие дизельного топлива раздражает слизистую оболочку и кожу человека.	
Средства защиты	При отборе проб, проведении анализа и обращении в процессе транспортных и производственных операций с топливом применяются индивидуальные средства защиты согласно типовым нормам, утвержденным Государственным комитетом СССР по труду и социальным вопросам и Президиумом ВЦСПС. Фильтрующие промышленные противогазы.	
Методы перевода вещества в безвредное состояние	При разливе топлива необходимо собрать его в отдельную тару, место разлива протереть сухой тряпкой, а при разливе на открытой площадке место разлива засыпать песком с последующим его удалением.	
Меры первой помощи пострадавшим от воздействия вещества	<p>При отравлении парами дизельного топлива наблюдаются те же признаки, как и при отравлении парами бензина.</p> <p>При попадании на кожу дизельного топлива следует смывать его теплой водой с мылом.</p> <p>Меры первой помощи пострадавшим от воздействия дизельного топлива аналогичны мерам первой помощи пострадавшим от воздействия бензина.</p>	

## Приложение 4. Развитие сценариев аварийных ситуаций на объекте

### Участок транспортирования и склад моторных топлив.

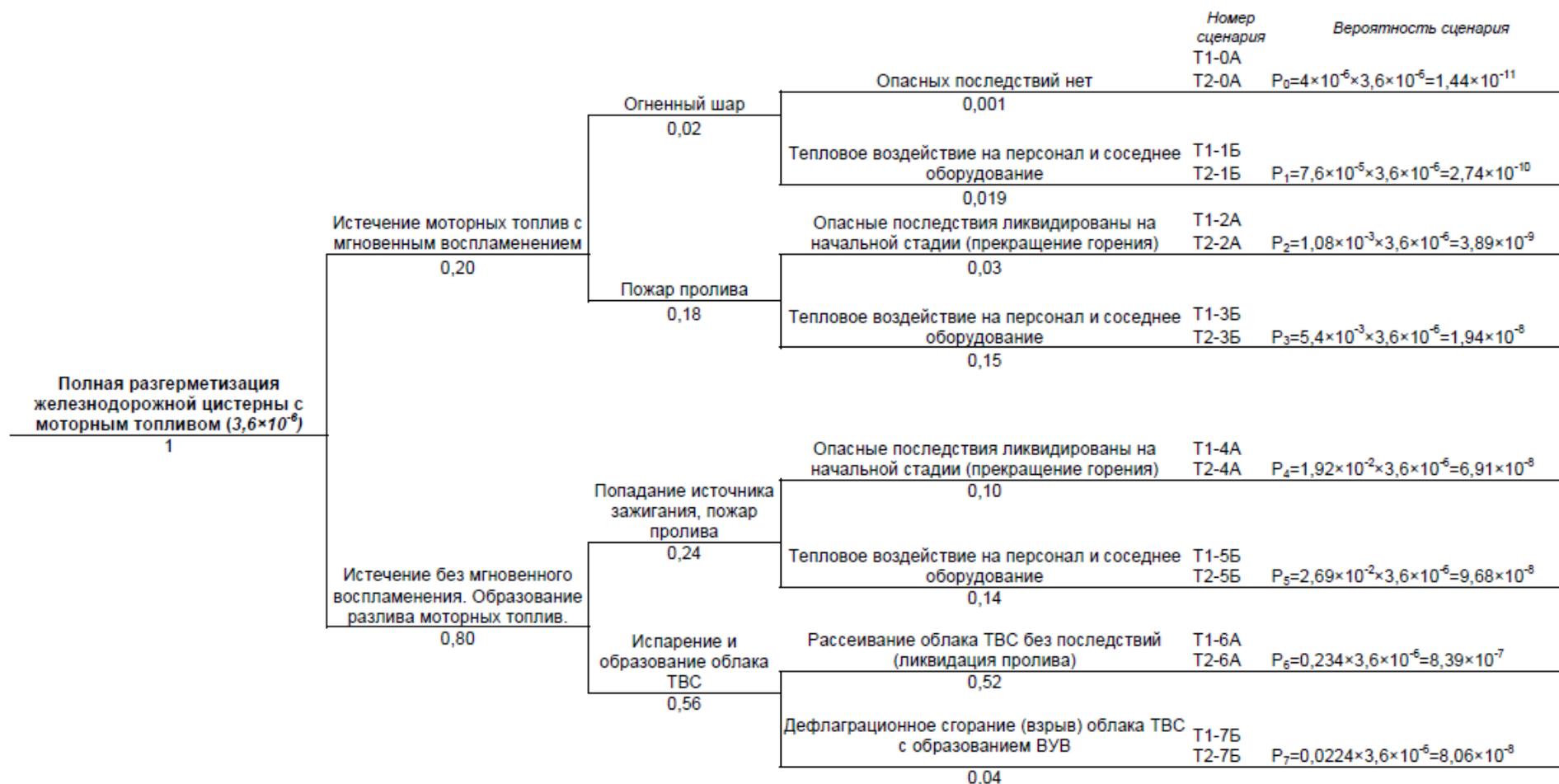


Рисунок 2.3.1 – «Дерево событий» для ж/д пути и сливной эстакады. Развитие сценария полной разгерметизации ж/д цистерны с моторным топливом

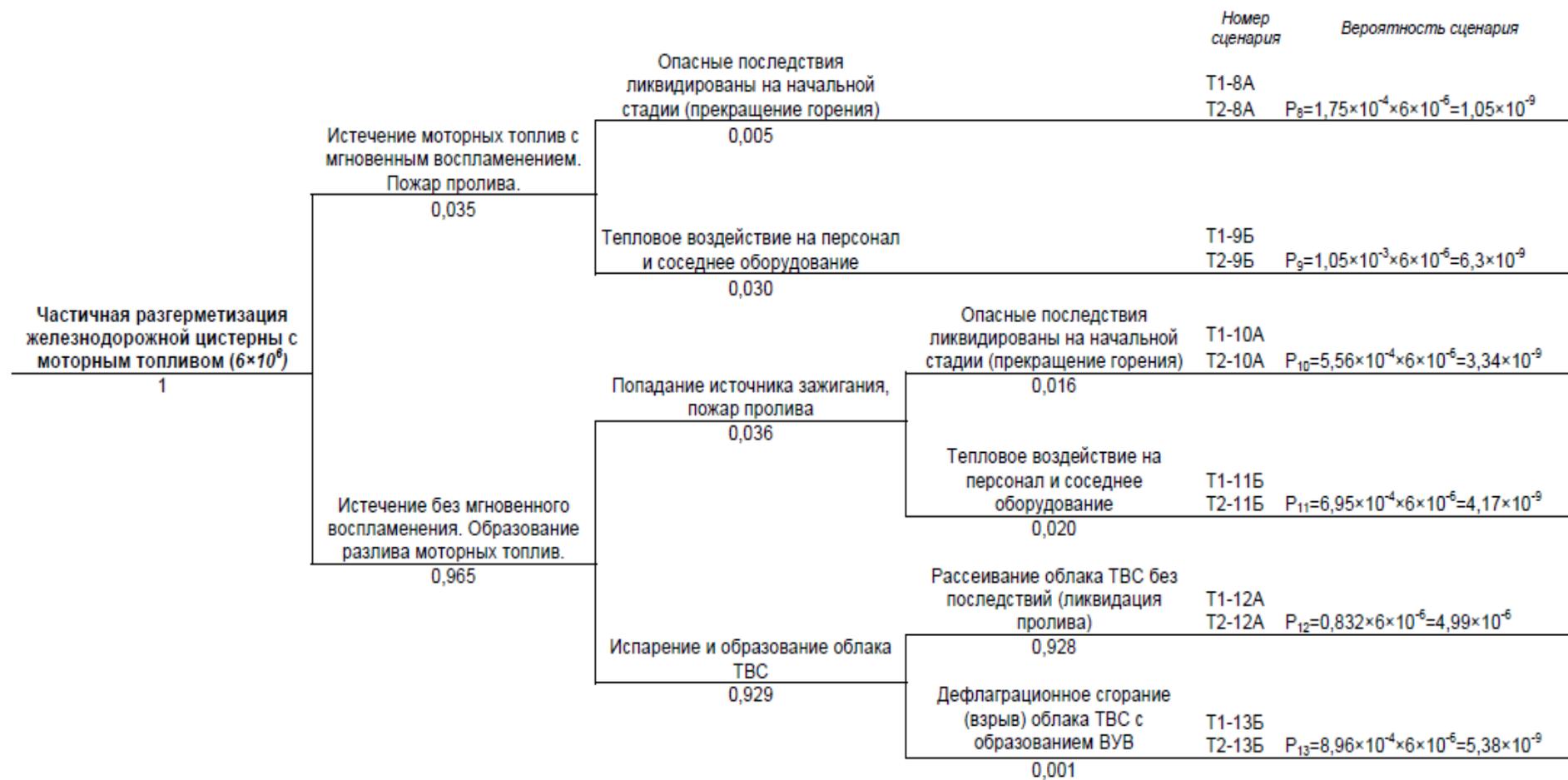


Рисунок 2.3.2 – «Дерево событий» для ж/д пути и сливной эстакады. Развитие сценария частичной разгерметизации ж/д цистерны с моторным топливом

## Приложение 5. Календарный план-график проведения НИОКР

Таблица 5.2.3.2 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме «Оценка риска возникновения ЧС на железнодорожной станции Томск-Грузовой»

№	Вид работ	Исполнители	Тк, кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февраль		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
1	Составление и утверждения темы выпускной квалификационной работы (ВКР)	Научный руководитель, студент	2														
2	Составление предварительного плана выполнения ВКР	Научный руководитель, студент	3														
3	Корректировка и утверждение плана выполнения ВКР	Научный руководитель, студент	6														
4	Изучение и подбор литературных и других источников информации по теме ВКР для написания работы	Студент	22														
5	Сбор, анализ и обобщение информации по теме ВКР	Студент	19														
6	Написание теоретической части ВКР	Студент	30														
7	Подведение промежуточных итогов	Научный руководитель, студент	3														
8	Выполнение практической части ВКР	Студент	12														

Продолжение таблицы 5.2.3.2

№	Вид работ	Исполнители	Тк, кал дн	Продолжительность выполнения работ													
				февра ль		март			апрель			май			ию нь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
9	Оценка и анализ полученных результатов выпускной квалификационной работы	Научный руководитель, студент	5														
10	Оформление ВКР	Студент	22														