

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
 ООП/ОПОП: Защита в чрезвычайных ситуациях
 Отделение контроля и диагностики

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Оценка рисков возникновения чрезвычайных ситуаций при хранении нефтепродуктов в резервуарном парке

УДК 614.8:622.692.23

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E91	Хоруженко Виктория Сергеевна		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП
по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность**

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

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

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
20.03.01 Техносферная безопасность
_____ А.Н. Вторушина
02.02.2023 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
1E91	Хоруженко Виктория Сергеевна

Тема работы:

Оценка рисков возникновения чрезвычайных ситуаций при хранении нефтепродуктов в резервуарном парке	
Утверждена приказом (дата, номер)	Приказ № 13-54/с от 13.01.2023

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	1. Нефтедобывающее и нефтеперерабатывающее предприятие. 2. Режим работы непрерывный. 3. Основной вид сырья – нефть, продукты нефтепереработки: бензин, сухой газ, парафины, сероводород, тяжелые дистиллятные фракции. 4. Требования к функционированию (эксплуатации) объекта: обеспечение взрывобезопасности технологических процессов, зданий сооружений и технических устройств. Правила предназначены для применения: при разработке технологических процессов, проектировании, строительстве, эксплуатации, реконструкции, техническом перевооружении, капитальном ремонте, консервации; при изготовлении, монтаже, наладке, обслуживании, диагностировании и ремонте технических устройств, применяемых на объекте.
---------------------------------	---

Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке	1. Аналитический обзор по литературным источникам с целью набора материала предприятиям нефтедобывающей отрасли. 2. Анализ статистических данных по причинам возникновения аварий на нефтедобывающих предприятиях. 3. Выбор конкретной чрезвычайной ситуации. 4. Рассмотрение мероприятий по снижению наступления чрезвычайной ситуации. 5. Оценка эффективности мероприятий.
Перечень графического материала	Таблицы, рисунки, графики
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Кашук Ирина Владимировна, доцент ОСГН, к.т.н.
«Социальная ответственность»	Мезенцева Ирина Леонидовна, старший преподаватель ООД

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина Анна Николаевна	к.х.н.		02.02.2023 г.

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е91	Хоруженко Виктория Сергеевна		02.02.2023 г.

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Уровень образования бакалавриат
Отделение контроля и диагностики
Период выполнения весенний семестр 2022/2023 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
1E91	Хоруженко Виктория Сергеевна

Тема работы:

Оценка рисков возникновения чрезвычайных ситуаций при хранении нефтепродуктов в резервуарном парке

Срок сдачи студентом выполненной работы: 02.06.2023 г.

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.11.2022	Раздел «Общая характеристика объекта исследования»	5
08.12.2022	Раздел «Основные причины и факторы реализации ЧС»	15
22.12.2022	Раздел «Моделирование типовых сценариев ЧС»	20
24.03.2022	Раздел «Мероприятия по снижению вероятности реализации ЧС»	20
19.04.2023	Раздел «Оценка эффективности мероприятий»	20
07.05.2023	Раздел «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
25.05.2023	Оформление и представление ВКР	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	к.х.н.		02.02.2022

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	к.х.н.		02.02.2022

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E91	Хоруженко Виктория Сергеевна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 98 страниц, 9 рисунков, 30 таблиц, 40 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающее предприятие, оценка эффективности, резервуарный парк, разгерметизация резервуара, чрезвычайная ситуация, безопасность.

Объектом исследования является нефтедобывающее и нефтеперерабатывающее предприятие.

Цель работы – разработка мероприятий по снижению вероятности разгерметизации резервуара на нефтедобывающем предприятии.

В процессе исследования проводился анализ статистических данных по причинам возникновения аварий на нефтедобывающих предприятиях. На основании данных была построена вероятностная модель развития сценариев, которые способны привести к разгерметизации резервуара. По результатам экспертной оценки была определена вероятность наступления события и оценен риск.

В результате исследования были предложены мероприятия, направленные на снижение риска разгерметизации резервуара, а также оценка эффективности предложенных мероприятий.

Содержание

Реферат	7
Введение	10
Список сокращений	12
1 Общая характеристика объекта исследования	13
1.1 Характеристика резервуарного парка как опасного производственного объекта (ОПО).....	13
1.2 Описание объекта исследования	14
1.3 Характеристика места расположения объекта	14
1.4 Структура резервуарного парка	15
2 Основные причины и факторы реализации ЧС	17
2.1 Обзор аварий и их последствий на аналогичных объектах	17
2.2 Анализ основных причин реализации ЧС.....	18
3 Моделирование типовых сценариев развития ЧС.....	20
3.1 Построение и анализ «дерева отказов» реализации ЧС	20
3.2 Экспертная оценка факторов и событий, приводящих к ЧС	24
3.3 Последствия реализации чрезвычайной ситуации. Построение дерева событий.....	33
4 Мероприятия по снижению вероятности реализации ЧС.....	36
4.1 Перечень мероприятий по снижению реализации разгерметизации резервуара:.....	36
4.2 Перечень мероприятий для снижения возникновения воспламенения и взрыва:	38
5 Оценка эффективности мероприятий	41
5.1 Экспертный метод и оценка риска после внедрения мероприятий.....	41
5.2 Оценка эффективности мероприятий по снижению вероятности наступления события	44
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение	50
6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	51
6.1.1 Анализ конкурентных технических решений.....	51
6.1.2 SWOT-анализ.....	52
6.2 Планирование научно-исследовательских работ	56

6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	56
6.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ и графика поведения	57
6.3 Бюджет научного исследования.....	61
6.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования ...	61
6.3.2 Расчет амортизации специального оборудования	62
6.3.3 Основная заработная плата исполнителей.....	63
6.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	64
6.3.5 Накладные расходы.....	65
6.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ..	66
7 Социальная ответственность	72
7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	73
7.2 Производственная безопасность	74
7.3 Экологическая безопасность при эксплуатации.....	82
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	83
Заключение.....	86
Список литературы	88
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	97

Введение

На сегодняшний день развита и продолжает развиваться деятельность по добыче нефтепродуктов. Существует свод правил и требований на строительство и реконструкцию магистральных нефтепроводов, среди которых обязательным требованием является создание резервуарного парка. Резервуарный парк представляет собой группу разных или однотипных резервуаров. Применение объекта заключается в приёме, хранении и откачки нефтепродуктов. Создание и эксплуатация резервуарных парков регламентируется согласно таким стандартам как: ГОСТ 1510-2022, который устанавливает требования к подготовке различных видов тар, хранилищ и транспортных средств, к их заполнению, транспортировке нефти и нефтепродуктов, ГОСТ 30852.9-2002 стандарт, который устанавливает классификацию взрывоопасных зон и единый подход к выбору уровня взрывозащиты электрооборудования, СНиП 2.11.03-93 строительные нормы и правила распространяются на склады нефти и нефтепродуктов, а также устанавливают противопожарные требования к ним. Объекты резервуарного хранения являются стратегическими объектами, от их функционирования зависит работа всей нефтедобывающей и перерабатывающей отрасли, поэтому важно чтобы на таких объектах не происходило аварий и чрезвычайных ситуаций. А также аварии на пожаровзрывоопасных объектах представляют огромную опасность для здоровья человека и для общества в целом. Поэтому важно рассмотреть сценарии развития чрезвычайной ситуации для предупреждения возникновения аварий [1-3].

Целью данной работы является разработка мероприятий по снижению вероятности разгерметизации резервуара на нефтедобывающем предприятии.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. произвести литературный обзор чрезвычайных ситуаций на аналогичных объектах нефтедобывающей отрасли;

2. произвести анализ статистических данных по причинам реализации аварий на нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятиях, а также по причинам на территории резервуарного парка;
3. рассмотреть типовые сценарии развития разгерметизации резервуара;
4. предложить мероприятия по предупреждению и предотвращению чрезвычайной ситуации;
5. оценить эффективность предложенных мероприятий до и после их внедрения.

Список сокращений

- ООО – Общество с ограниченной ответственностью;
- ТЭЦ – Теплоэлектроцентраль;
- АО – Акционерное общество;
- ЯНАО – Ямало-Ненецкий автономный округ;
- ЭПБ – Экспертиза промышленной безопасности;
- ЧС – Чрезвычайная ситуация;
- ИЗ – Источник зажигания;
- ТВС – Топливо-воздушная смесь;
- ППУ – Пенополиуретан;
- ЛКП – Лакокрасочное покрытие;
- ЧЭЭ – Чистый экономический эффект;
- СИЗ – Средства индивидуальной защиты;
- СОУТ – Специальная оценка условий труда;
- ПДК – Предельно-допустимая концентрация;
- ПДВ – Предельно допустимый выброс;
- МЧС – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий;
- ПЛА – План ликвидации аварий;
- ПТЭЭП – Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей

1 Общая характеристика объекта исследования

1.1 Характеристика резервуарного парка как опасного производственного объекта (ОПО)

В соответствии с Федеральным законом от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» опасными производственными объектами в соответствии с настоящим Федеральным законом являются предприятия или их цехи, участки, площадки, а также иные производственные объекты, указанные в Приложении 1 к настоящему Федеральному закону [4].

Опасные производственные объекты в зависимости от уровня потенциальной опасности аварий на них для жизненно важных интересов личности и общества подразделяются в соответствии с критериями, указанными в приложении 2 к настоящему Федеральному закону, на четыре класса опасности:

- I класс опасности – опасные производственные объекты чрезвычайно высокой опасности;
- II класс опасности – опасные производственные объекты высокой опасности;
- III класс опасности – опасные производственные объекты средней опасности;
- IV класс опасности – опасные производственные объекты низкой опасности.

Исходя из данного закона, резервуарные парки относятся к опасным производственным объектам, так как на производственных площадках имеются:

- получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются в определенных количествах опасные вещества (образование опасных веществ – выход углеводородов, содержащихся в недрах);

- используется оборудование, работающее под избыточным давлением более 0,07 МПа;
- используются стационарно установленные грузоподъемные механизмы;

1.2 Описание объекта исследования

Резервуарный парк, находящийся на объекте по добыче газа и топлива, является объединением групп резервуаров для накопления и хранения нефти и нефтепродуктов, а также химических продуктов, воды или жидких углеводородов. Данный комплекс оснащается насосными установками, технологическими трубопроводами, запорной арматурой, системами пожаротушения, средствами автоматизации, а также системой сокращения потерь продуктов. Основной задачей функционирования резервуарных парков является создание равномерной загрузки нефти и нефтепродуктов магистральных трубопроводов, а также осуществление контроля потребления данных продуктов, обеспечение запасов стратегического и аварийного резерва, для технологических операций по смешению, подогреву и доведению продуктов до нужного состояния. Такие парки повышают надёжность систем нефтеснабжения народного хозяйства [5].

Технологические помещения опасного производственного объекта имеют категорию «А» - пожаровзрывоопасные, а сооружения, такие как резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов являющиеся загрязняющими веществами окружающей среды относятся к четвёртому классу опасности [6].

1.3 Характеристика места расположения объекта

Муниципальное образование, на котором расположен объект исследования, является действующим центром газодобывающей отрасли. Газовая промышленность – главная отрасль народного хозяйства региона, которая играет важную роль топливно-энергетического комплекса в экономике страны [7].

В рассматриваемом районе преобладает континентальный климат. Зимы холодные и длительные. Средняя температура Января составляет $-36,2$ градуса. Лето умеренно тёплое и короткое. Средняя температура Июля составляет $+18,6$ градусов. Средняя годовая относительная влажность воздуха составляет 70% . Годовое количество осадков составляет $150-250$ мм. Наиболее длительный сезон гроз начинается со второй половины мая и продолжается до конца августа – начала сентября. Зимой, также, в снежных кучевых облаках бывают редкие грозы. Регион расположен в зоне расчетной сейсмической активностью ниже 6 баллов. На территории региона протекает река, строение поймы которой содержит практически все элементы рельефа – от старичных понижений до прирусловых валов. Обводненность территории поймы исключительно высока. На пойме множество озер, стариц и болот.

Рассматриваемая нефтебаза расположена рядом с населённым пунктом, а также в районе, который около 90% покрыт лесом, вследствие чего аварии, потенциально происходящие на данном объекте, влекут за собой гибель людей, утрату материальных ценностей и нанесение вреда экологической обстановке в регионе.

1.4 Структура резервуарного парка

Существуют несколько способов размещения резервуарных парков: подводные, подземные, полуподземные и наземные.

На рассматриваемом объекте, взятом для исследования, размещение резервуаров относится к наземному способу. Наземный резервуарный парк используется для хранения легковоспламеняющихся жидкостей, который состоит из трёх групп резервуаров. Ёмкость резервуаров первой группы составляет $20\ 000\ \text{м}^3$, состоящей из пяти резервуаров, второй группы $10\ 000\ \text{м}^3$, в которой находится два резервуара и третья группа с объёмом ёмкости в $5\ 000\ \text{м}^3$ с двумя резервуарами.

Расстояния между резервуарами регламентируется согласно санитарным и противопожарным нормам и правилам [8]. Все ёмкости ограждены бетонным полотном, предназначенным для защиты от разлива

содержащихся в них жидкостей, данный вид защиты называется обвалованием.

2 Основные причины и факторы реализации ЧС

2.1 Обзор аварий и их последствий на аналогичных объектах

20 апреля 2012 года произошёл неконтролируемый выброс нефти во время работ на одной из разведочных скважин в Ненецком автономном округе на нефтяном месторождении имени Р. Требса, разрабатываемом ООО «Башнефть-Полюс». Выброс нефти, высота которого достигла 25 метров, был окончательно остановлен 22 апреля. По данным Росприроднадзора, площадь загрязнения составляла 24 тысячи квадратных метров, а по данным спутников – 42 тысячи квадратных метров. Экономический ущерб составил 13,5 миллионов рублей.

29 мая 2020 года из-за резкой просадки опор фундамента один из резервуаров хранения получил повреждения на ТЭЦ-3 (принадлежит АО "Норильско-Таймырская энергетическая компания"), на сушу и в реки Амбарная и Далдыкан вытекло почти все его содержимое. 15 тысяч тонн нефтепродуктов попали в ближайшие реки и водоемы, а еще 5 тысяч тонн – в грунт. Регион оказался под угрозой экологической катастрофы – большинство животных и обитателей водоемов не пережили это бедствие. По данным Ростехнадзора, разлив топлива произошёл из-за неправильного проектирования и строительства, а также неэффективного оперативного управления объектом. Росприроднадзор оценивает экологический ущерб примерно в 148 миллиардов рублей.

14 мая 2021 года на карамовском нефтяном месторождении в Пуловском районе ЯНАО произошёл разрыв внутриплощадочного трубопровода диаметром 219 мм, в результате чего разлилось 3000 кубометров нефти. Однако на площади 250 квадратных метров разлилось всего 0,85 тонн жидкости, и угрозы водоемам и лесам не было.

В ночь на 3 мая 2023 года в поселке Волна Темрюкского района вспыхнул крупный пожар. Площадь возгорания составляет 1200 квадратных метров. Пожару присвоен высший ранг сложности. Объем резервуара с

нефтью составляет 20 тыс. куб. м. В тушении были задействованы расчеты в количестве 23 единиц техники и 85 человек личного состава [9].

2.2 Анализ основных причин реализации ЧС

В России количество крупных пожаров на объектах добычи, хранения и переработки нефти и нефтепродуктов составляет более десяти случаев в год [10]. Анализ данных показывает, что основную опасность представляют аварии на нефтепроводах (55%), резервуарах (14%), насосных станциях (10%) (рисунок 2.1). Данные пожары могут сопровождаться взрывами, что составляет 45% от общего числа возгораний (рисунок 2.2).

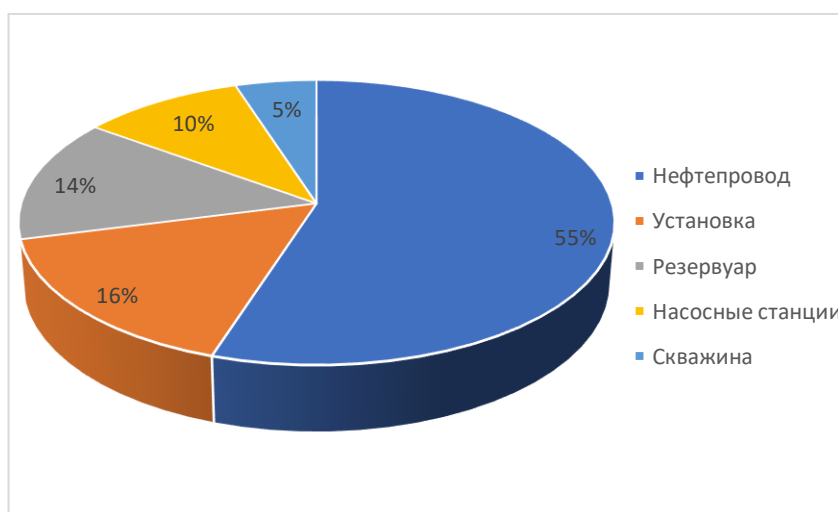


Рисунок 2.1 – Распределение аварий по видам объектов

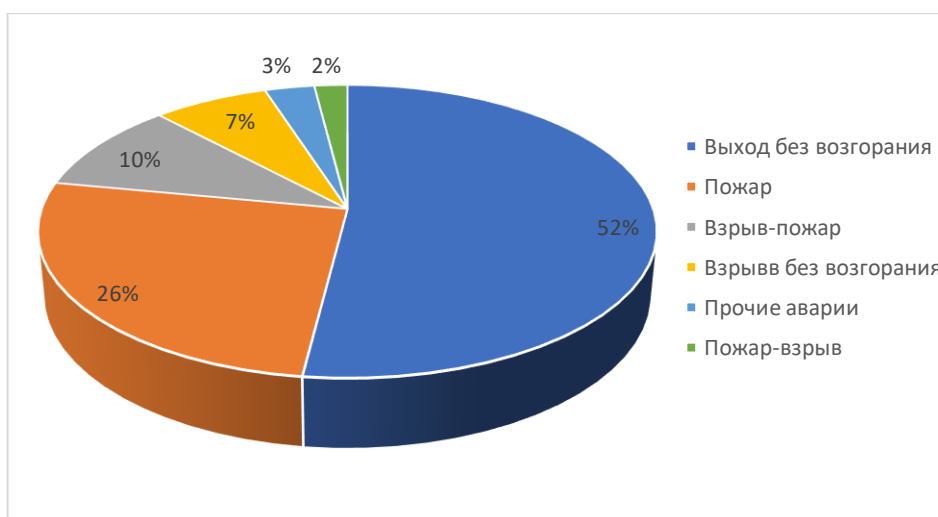


Рисунок 2.2 – Распределение типов аварий объектов

Основными причинами аварий являются техническое состояние резервуаров, а также длительные сроки эксплуатации, технически не

правильные решения при строительстве [11,12]. На основе исследований аварий аналогичных объектов нефтегазовой отрасли можно выделить наиболее частые причины возникновения пожара:

- атмосферное электричество;
- самовозгорание пирофорных отложений;
- взрыв парогазовых смесей при отборе проб;
- проведение ремонтных и огневых работ с нарушением требований

пожарной безопасности.

Реализация чрезвычайных ситуаций на территории резервуарного парка приводит к ухудшению природной среды: образование облаков газопаровоздушной смеси, которые могут распространяться за пределы территории объекта при авариях.

Причинами аварий на таких объектах могут стать высокая пожаровзрывоопасность хранимых продуктов, большая длина сварных швов в связи со значительными размерами конструкций, нарушение правил строительства и эксплуатации, износ эксплуатируемых резервуаров [13,14]. Можно выделить наиболее частые причины появления аварий, связанные с разрушением резервуаров (рисунок 2.3).

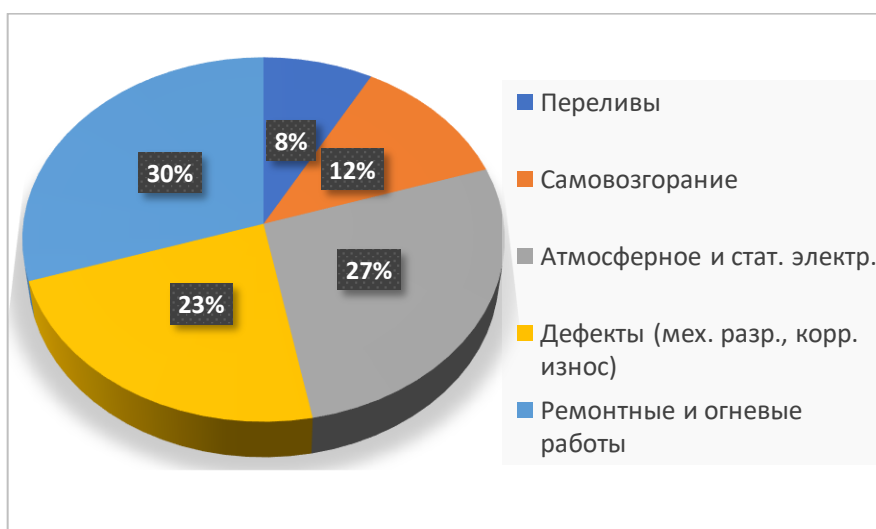


Рисунок 2.3 –Причины появления аварий, связанные с разрушением резервуара

3 Моделирование типовых сценариев развития ЧС

3.1 Построение и анализ «дерева отказов» реализации ЧС

С целью проведения оценки риска развития чрезвычайной ситуации были собраны данные о рассматриваемом объекте и объектах, расположенных рядом. Далее необходимо построить вероятностную модель развития событий, приводящих к реализации чрезвычайной ситуации. Для этого было построено «дерево отказов».

«Дерево отказов» – это графическое представление связей между отказами оборудования и аварийными ситуациями. Представляет собой дедуктивное логическое построение, которое использует концепцию одного финального события с целью нахождения всех возможных путей, при реализации которых оно может произойти [15].

Для графического изображения простейшего дерева событий существует базовый набор символических изображений, которые представлены на рисунке 3.1.

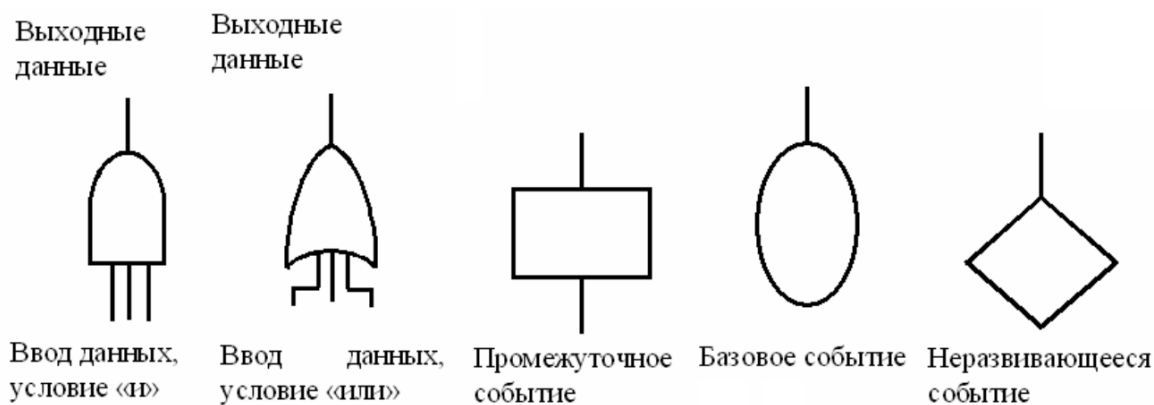


Рисунок 3.1 – Символы для графического изображения

До начала построения «дерева отказов» необходимо определить верхнее (головное) нежелательное событие. Далее рассматривается, какие события или их комбинации могут привести непосредственно к возникновению верхнего события. Затем каждое из этих событий рассматривается как вершина дерева, и процесс повторяется до тех пор, пока не будет достигнут такой уровень детализации, на котором полученные события уже будут неделимы в

принципе или по соображениям решения задачи. Такие события называют исходными, а все остальные события – промежуточными. Качественный анализ «дерева отказов» заключается в сопоставлении различных маршрутов от исходных событий к конечному событию.

Количественное исследование проводится с использованием двух логических знаков. Операция «И» означает, что перед тем, как произойдет основное событие, должно произойти еще несколько событий. В вероятностном аспекте такая операция выражается логическим произведением по формуле [16]:

$$P = P_1 P_2 \dots P_n = \prod_{i=1}^n P_i, \quad (3.1)$$

где P – вероятность возникновения основного события;

$P_1, P_2 \dots P_n$ – вероятности соответствующих событий $1, 2 \dots n$.

Операция «ИЛИ» означает, что некоторое основное событие возникнет, если произойдет хотя бы одно из нескольких событий или все события. В этом случае вероятность появления основного события будет вычисляться по формуле:

$$P = 1 - (1 - P_1)(1 - P_2) \dots (1 - P_n) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i), \quad (3.2)$$

где P – вероятность возникновения основного события;

$P_1, P_2 \dots P_n$ – вероятности соответствующих событий $1, 2 \dots n$.

В таблице 3.1 представлены инициирующие события и факторы.

Таблица 3.1 – Иницирующие события и факторы

Обозначение	Наименование события/фактора
M1	Происшествия техногенного характера
M2	Происшествия природного характера
M3	Аварии на рассматриваемом объекте
B1	Вмешательства 3-х лиц в производственный процесс
B2	Аварии на соседних объектах
B3	Землетрясения
B4	Пожары естественного происхождения
B5	Удар молнии

Продолжение таблицы 3.1

M4	Заводские дефекты
M5	Неудовлетворительный контроль состояния объекта
M6	Эксплуатационный отказ
M7	Недостаточная толщина стенок резервуара
M8	Брак сварных швов
M9	Ошибки специалистов при проведении ЭПБ
M10	Осознанное невыполнение требований эксплуатации объекта
M11	Коррозионные процессы
M12	Деформация конструкции
M13	Создание избыточного давления
B6	Не обнаружен дефект при монтаже
B7	Не проводилась ЭПБ после транспортировки
B8	Большая скорость сварки
B9	Неправильное выполнение конечного участка шва
B10	Обрыв дуги
B11	Недобросовестное отношение к работе
B12	Недостаточная квалифицированность специалиста
B13	Несвоевременное проведение ЭПБ
B14	Нежелание исправлять выявленные дефекты в целях экономии
B15	Высокая коррозионная активность грунта
B16	Неудовлетворительная просушка после гидравлических испытаний
B17	Коррозионное воздействие хранимой жидкости
B18	Отсутствие лакокрасочного покрытия
B19	Неравномерная осадка основания
B20	Трещины
B21	Вмятины и выпучены на корпусе
B22	Утонение стенки
M14	Повышенная температура резервуара

Продолжение таблицы 3.1

M15	Избыточное заполнение резервуара
V23	Перегрузка резервуара
V24	Внешний источник нагрева
V25	Отказ аварийного вентиля
V26	Отказ предохранительных клапанов
M16	Повышение контрольного уровня
V27	Отказ запорной арматуры
V28	Ошибки операторов
V29	Отказ контрольной аппаратуры

На рисунке 3.2 представлена часть схемы развития чрезвычайной ситуации, связанной с происшествиями техногенного характера.

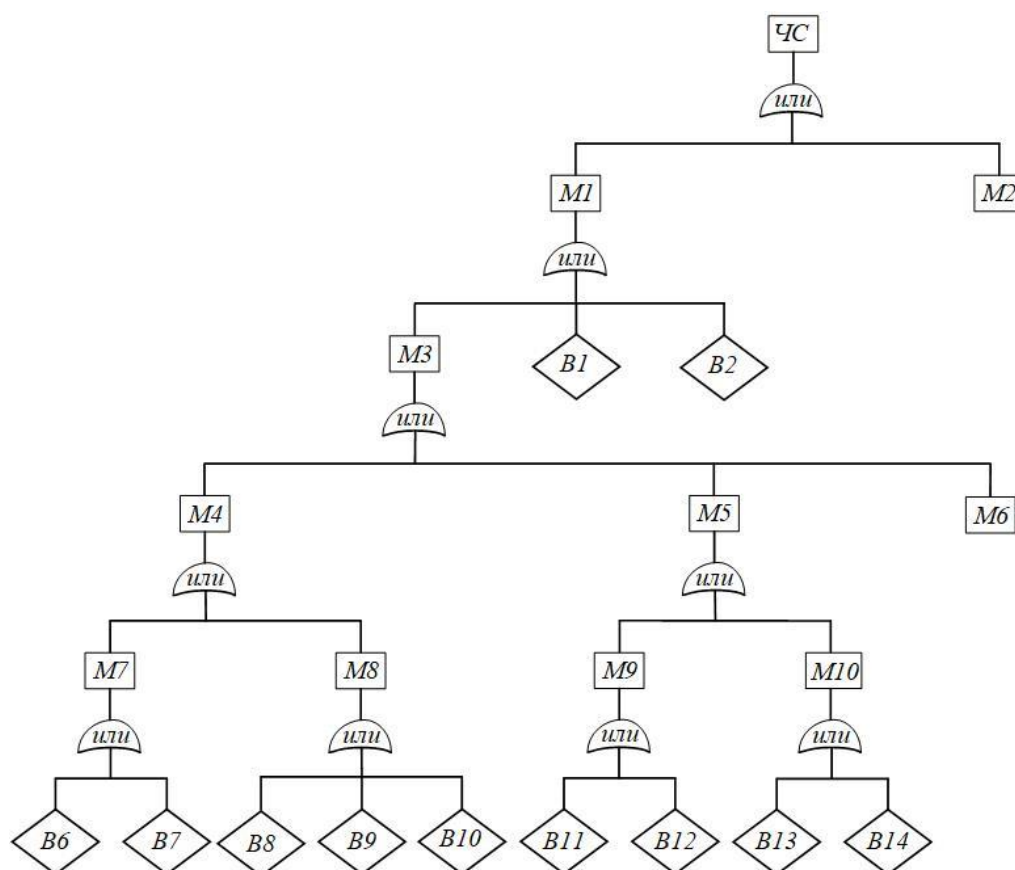


Рисунок 3.2 – Схема развития событий (M1)

Разгерметизация резервуара может произойти вследствие эксплуатационного износа. Схема развития событий по причине эксплуатационного отказа представлена на рисунке 3.3.

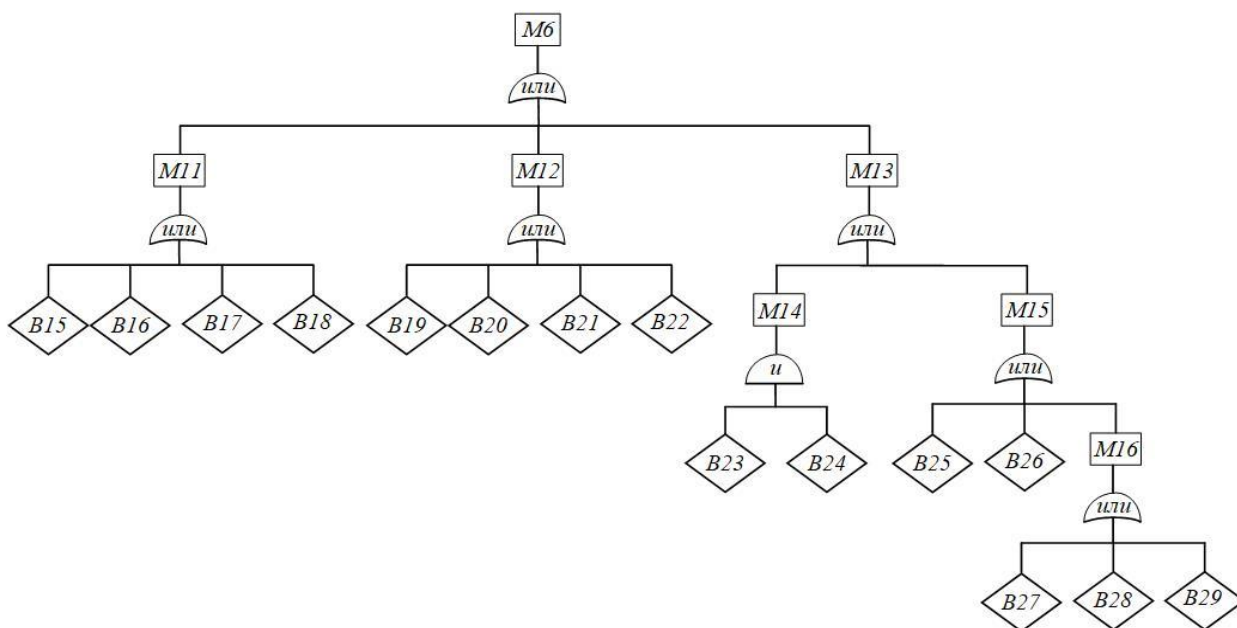


Рисунок 3.3 – Схема развития событий (M6)

Чрезвычайная ситуация может возникнуть не только по причине аварий техногенного характера, но и в результате проявления природных явлений. Схема развития чрезвычайной ситуации вследствие происшествий природного характера представлена на рисунке 3.4.

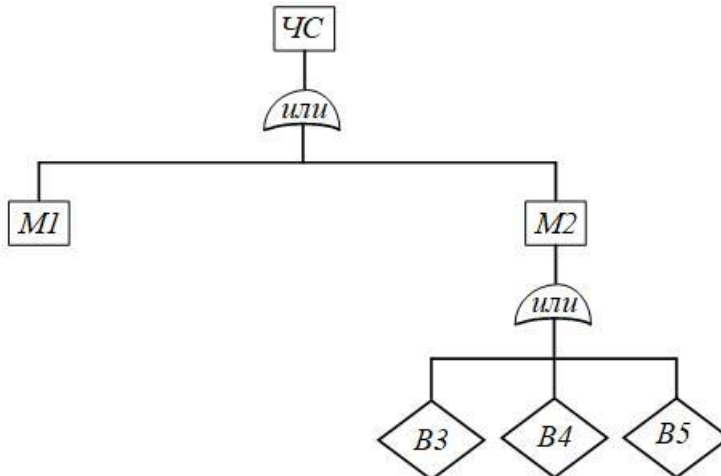


Рисунок 3.4 – Схема развития событий (M2)

3.2 Экспертная оценка факторов и событий, приводящих к ЧС

Для дальнейшего анализа оценки риска была проведена экспертная оценка факторов и событий. На рассмотрение была взята часть схемы, идущая от события M3, данная ветка включает в себя большее количество событий и факторов, приводящих к ЧС. Экспертам был предложен опросный лист с описанием объекта и таблицей, в которой представлены события, влекущие за

собой развитие чрезвычайной ситуации. С целью проведения анализа экспертам необходимо было присвоить каждой ситуации вероятность, которую следовало определить по пятибальной шкале. Предложенный экспертам опросный лист №2 представлен в Приложении А.

В таблице 3.2 представлены оценки, полученные после заполнения опросного листа экспертами. В таблице 3.3 представлены результаты оценок экспертов.

Таблица 3.2 – Таблица оценок экспертов по опросному листу №1

№	Событие/фактор	Номер эксперта										ср
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Разгерметизация по причине заводского дефекта (недостаточная толщина стенок резервуара: не обнаружение дефекта при монтаже)	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1.2
2	Разгерметизация по причине заводского дефекта (недостаточная толщина стенок резервуара: не проводилась ЭПБ после транспортировки)	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1.3
3	Разгерметизация по причине заводского дефекта (брак сварных швов: большая скорость сварки)	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	1.8
4	Разгерметизация по причине заводского дефекта (брак сварных швов: неправильное выполнение конечного участка шва)	2	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1.4
5	Разгерметизация по причине заводского дефекта (брак сварных швов: обрыв дуги)	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1.4

Продолжение таблицы 3.2

6	Разгерметизация по причине неудовлетворительного контроля состояния объекта (недобросовестная работа специалиста при проведении ЭПБ)	3	3	3	2	3	2	2	3	2	2	2.5
7	Разгерметизация по причине неудовлетворительного контроля состояния объекта (недостаточная квалификация специалиста при проведении ЭПБ)	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1.7
8	Разгерметизация по причине неудовлетворительного контроля состояния объекта (несвоевременное проведение ЭПБ)	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1.3
9	Разгерметизация по причине неудовлетворительного контроля состояния объекта (нежелание исправлять выявленные дефекты в целях экономии)	2	2	2	3	1	2	1	1	2	2	1.8
10	Разгерметизация вследствие коррозионных процессов (высокая коррозионная активность грунта)	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4.2
11	Разгерметизация вследствие коррозионных процессов (неудовлетворительная просушка гидравлических испытаний)	2	2	1	3	2	2	3	1	2	2	2
12	Разгерметизация вследствие коррозионных процессов (коррозионное воздействие хранимой жидкости)	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3	2.7

Продолжение таблицы 3.2

13	Разгерметизация вследствие коррозионных процессов (отсутствие лакокрасочного покрытия)	2	2	2	1	3	3	2	2	2	3	2.2
14	Разгерметизация по причине повышенной температуры резервуара (внешний источник нагрева)	3	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2.4
15	Разгерметизация по причине избыточного заполнения резервуара (отказ аварийного вентиля)	4	4	3	5	5	4	4	5	4	4	4.2
16	Разгерметизация по причине избыточного заполнения резервуара (отказ предохранительных клапанов)	4	4	5	3	4	4	4	4	5	4	4.1
17	Разгерметизация вследствие повышения контрольного уровня (отказ запорной арматуры)	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4.3
18	Разгерметизация по причине повышения контрольного уровня (ошибка оператора)	3	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3.5
19	Разгерметизация вследствие повышения контрольного уровня (отказ контрольной аппаратуры)	3	3	3	4	3	4	4	5	4	4	3.7
20	Разгерметизация в результате эксплуатационного отказа (деформация конструкции: трещины, неравномерная осадка основания, вмятины корпуса)	5	4	5	4	4	3	3	4	3	4	3.9

Таблица 3.3 – Результаты оценок экспертов по опросному листу №1

№	Событие/фактор	Номер эксперта											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	сумма	среднее
Разгерметизация резервуара в связи с заводскими дефектами													
1	Разгерметизация по причине заводского дефекта (недостаточная толщина стенок резервуара: не обнаружение дефекта при монтаже)	0,00001	0,00001	0,00001	0,001	0,00001	0,00001	0,00001	0,001	0,00001	0,00001	0,00208	0,000208
2	Разгерметизация по причине заводского дефекта (недостаточная толщина стенок резервуара: не проводилась ЭПБ после транспортировки)	0,00001	0,00001	0,001	0,00001	0,001	0,00001	0,00001	0,00001	0,001	0,00001	0,00307	0,000307
3	Разгерметизация по причине заводского дефекта (брак сварных швов: большая скорость сварки)	0,001	0,001	0,001	0,00001	0,001	0,00001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,00802	0,000802
4	Разгерметизация по причине заводского дефекта (брак сварных швов: неправильное выполнение конечного участка шва)	0,001	0,001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,001	0,00001	0,001	0,00001	0,00406	0,000406
5	Разгерметизация по причине заводского дефекта (брак сварных швов: обрыв дуги)	0,00001	0,00001	0,001	0,001	0,001	0,00001	0,00001	0,001	0,00001	0,00001	0,00406	0,000406
Разгерметизация по причине неудовлетворительного контроля состояния объекта													
6	Разгерметизация вследствие ошибки специалиста (недобросовестная работа специалиста при проведении ЭПБ)	0,01	0,01	0,01	0,001	0,01	0,001	0,001	0,01	0,001	0,001	0,055	0,0055

Продолжение таблицы 3.3

7	Разгерметизация вследствие ошибки специалиста (недостаточная квалификация специалиста при проведении ЭПБ)	0,00001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,00001	0,001	0,001	0,00001	0,00706	0,000706
8	Разгерметизация вследствие осознанного неподчинения требованиям по эксплуатации объекта (несвоевременное проведение ЭПБ)	0,00001	0,00001	0,001	0,00001	0,001	0,00001	0,00001	0,001	0,00001	0,00001	0,000307	0,00307
9	Разгерметизация вследствие осознанного неподчинения требованиям по эксплуатации объекта (нежелание исправлять выявленные дефекты в целях экономии)	0,001	0,001	0,001	0,01	0,00001	0,001	0,00001	0,00001	0,001	0,001	0,01603	0,001603
Разгерметизация по причине коррозионных процессов													
10	Высокая коррозионная активность грунта	1	0,1	0,1	0,1	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	2,8	0,28
11	Неудовлетворительная просушка гидравлических испытаний	0,001	0,001	0,00001	0,01	0,001	0,001	0,01	0,00001	0,001	0,001	0,02602	0,002602
12	Коррозионное воздействие хранимой жидкости	0,01	0,01	0,001	0,01	0,01	0,01	0,001	0,01	0,001	0,01	0,073	0,0073
13	Отсутствие лакокрасочного покрытия	0,001	0,001	0,001	0,00001	0,01	0,01	0,001	0,001	0,001	0,01	0,03601	0,003601

Продолжение таблицы 3.3

Разгерметизация по причине создания избыточного давления												
Разгерметизация по причине повышенной температуры резервуара (внешний источник нагрева)	0,01	0,01	0,001	0,001	0,001	0,01	0,001	0,001	0,01	0,001	0,046	0,0046
Разгерметизация по причине избыточного заполнения резервуара (отказ аварийного вентиля)	0,1	0,1	0,01	1	1	0,1	0,1	1	0,1	0,1	3,61	0,361
Разгерметизация по причине избыточного заполнения резервуара (отказ предохранительных клапанов)	0,1	0,1	1	0,01	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,1	2,71	0,271
Разгерметизация вследствие повышения контрольного уровня (отказ запорной арматуры)	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,1	0,1	1	3,7	0,37
Разгерметизация по причине повышения контрольного уровня (ошибка оператора)	0,01	0,1	0,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	0,1	0,1	0,45	0,045
Разгерметизация вследствие повышения контрольного уровня (отказ контрольной аппаратуры)	0,01	0,01	0,01	0,1	0,01	0,1	0,1	1	0,1	0,1	1,54	0,154
Разгерметизация в результате эксплуатационного отказа												
Деформация конструкции (трещины, неравномерная осадка основания, вмятины корпуса)	1	0,1	1	0,1	0,1	0,01	0,01	0,1	0,01	0,1	2,53	0,253

Далее определяем вероятность наступления промежуточных событий и главного. Метод расчета начинается с базовых событий на дереве отказов и продвигается вверх к главному событию.

К событию M16 ведут события B27, B28, B29 через логический знак «или». Таким образом вероятность наступления события M16 равна:

$$\begin{aligned} P_{M16} &= 1 - (1 - P_{B27}) \cdot (1 - P_{B28}) \cdot (1 - P_{B29}) \\ &= 1 - (1 - 0,37)(1 - 0,045)(1 - 0,154) = 0,491. \end{aligned}$$

К событию M15 ведут события B25, B26, M16 через логический знак «или». Таким образом вероятность наступления события M15 равна:

$$\begin{aligned} P_{M15} &= 1 - (1 - P_{B25}) \cdot (1 - P_{B26}) \cdot (1 - P_{M16}) \\ &= 1 - (1 - 0,361)(1 - 0,271)(1 - 0,491) = 0,763. \end{aligned}$$

К событию M14 ведут события B23, B24 через логический знак «и». Таким образом вероятность наступления события M14 равна:

$$P_{M14} = P_{B23} \cdot P_{B24} = 0,0046.$$

К событию M13 ведут события M14, M15 через логический знак «или». Таким образом вероятность наступления события M13 равна:

$$P_{M13} = 1 - (1 - P_{M14}) \cdot (1 - P_{M15}) = 1 - (1 - 0,0046)(1 - 0,763) = 0,7641.$$

К событию M12 ведут события B19, B20, B21, B22 через логический знак «или». Таким образом вероятность наступления события M12 равна:

$$P_{M12} = 1 - (1 - P_{B19}) \cdot (1 - P_{B20}) \cdot (1 - P_{B21}) \cdot (1 - P_{B22}) = 0,253.$$

К событию M11 ведут события B15, B16, B17, B18 через логический знак «или». Таким образом вероятность наступления события M11 равна:

$$P_{M11} = 1 - (1 - P_{B15}) \cdot (1 - P_{B16}) \cdot (1 - P_{B17}) \cdot (1 - P_{B18}) = 0,2897.$$

К событию M10 ведут события B13, B14 через логический знак «или». Таким образом вероятность наступления события M10 равна:

$$P_{M10} = 1 - (1 - P_{B13}) \cdot (1 - P_{B14}) = 0,006202.$$

К событию M9 ведут события B11, B12 через логический знак «или». Таким образом вероятность наступления события M9 равна:

$$P_{M9} = 1 - (1 - P_{B11}) \cdot (1 - P_{B12}) = 0,00467.$$

К событию M8 ведут события B8, B9, B10 через логический знак «или». Таким образом вероятность наступления события M8 равна:

$$P_{M8} = 1 - (1 - P_{B8}) \cdot (1 - P_{B9}) \cdot (1 - P_{B10}) = 0,001613.$$

К событию M7 ведут события B6, B7 через логический знак «или». Таким образом вероятность наступления события M7 равна:

$$P_{M7} = 1 - (1 - P_{B6}) \cdot (1 - P_{B7}) = 0,0005149.$$

К событию M6 ведут события M11, M12, M13 через логический знак «или». Таким образом вероятность наступления события M6 равна:

$$P_{M6} = 1 - (1 - P_{M11}) \cdot (1 - P_{M12}) \cdot (1 - P_{M13}) = 0,8748.$$

К событию M5 ведут события M9, M10 через логический знак «или». Таким образом вероятность наступления события M5 равна:

$$P_{M5} = 1 - (1 - P_{M9}) \cdot (1 - P_{M10}) = 0,010843.$$

К событию M4 ведут события M7, M8 через логический знак «или». Таким образом вероятность наступления события M4 равна:

$$P_{M4} = 1 - (1 - P_{M7}) \cdot (1 - P_{M8}) = 0,002127.$$

К событию M3 ведут события M4, M5, M6 через логический знак «или». Таким образом вероятность наступления события M3 равна:

$$P_{M3} = 1 - (1 - P_{M4}) \cdot (1 - P_{M5}) \cdot (1 - P_{M6}) = 0,87642.$$

Посредством расчетного метода определили вероятность наступления события, приводящего к чрезвычайной ситуации, которая составила 88%. Результаты проведения анализа показали, что наибольшую вероятность реализации события имеют аварии, связанные с эксплуатационным отказом, а именно: вследствие коррозионного износа (30%), деформации конструкции в процессе функционирования производства (30%), создания избыточного давления (80%).

3.3 Последствия реализации чрезвычайной ситуации. Построение дерева событий

Необходимо построить «дерево событий» для дальнейшего проведения оценки риска. «Дерево событий» - алгоритм рассмотрения событий, исходящих от основного события (аварийной ситуации) и используется для определения и анализа последовательности (вариантов) развития аварии. В таблице 3.4 представлены последствия после наступления чрезвычайной ситуации.

Таблица 3.4 – Последствия наступления чрезвычайной ситуации

Обозначение	Наименование события
M1	Разлив нефтепродуктов без воспламенения
M2	Разлив нефтепродуктов с воспламенением
M3	Испарение углеводородов в атмосферу
M4	Утечка нефтепродуктов в обвалование
M5	Воспламенение при наличии ИЗ
M6	Образование первичного облака ТВС
B1	Загрязнение атмосферного воздуха
B2	Загрязнение оборудования резервуара
B3	Загрязнение земли в обвалование
B4	Рассеивание облака ТВС
M7	Образование облака ТВС
M8	Тепловое излучение
M9	Образование продуктов горения
M10	Рассеивание облака ТВС
M11	Рассеивание облака ТВС со взрывом
M12	Взрыв при наличии ИЗ
M13	Образование «огненного шара»
B5	Рассеивание облака ТВС без взрыва
B6	Термическое поражение сотрудников

Продолжение таблицы 3.4

В7	Возгорание объектов инфраструктуры
В8	Загрязнение атмосферного воздуха
В9	Токсическое поражение
В10	Тепловое излучение с последующим воспламенением объектов инфраструктуры
В11	Взрывная волна с последующим разрушением объектов инфраструктуры
В12	Взрывная волна
В13	Разрушение объектов инфраструктуры
В14	Разбрасывание горящих предметов с последующим разрушением объектов инфраструктуры
М14	Тепловое излучение
В15	Термическое поражение сотрудников
В16	Возгорание объектов инфраструктуры

После разгерметизации резервуара чаще всего происходит воспламенение разлитой жидкости, сопровождающееся взрывом в последствии, которого может произойти образование «огненного шара». «Огненный шар» влечет за собой тепловое излучение, разрушающее объекты инфраструктуры и наносящее термические поражения сотрудникам. На рисунке 3.5 представлены последствия реализации чрезвычайной ситуации.

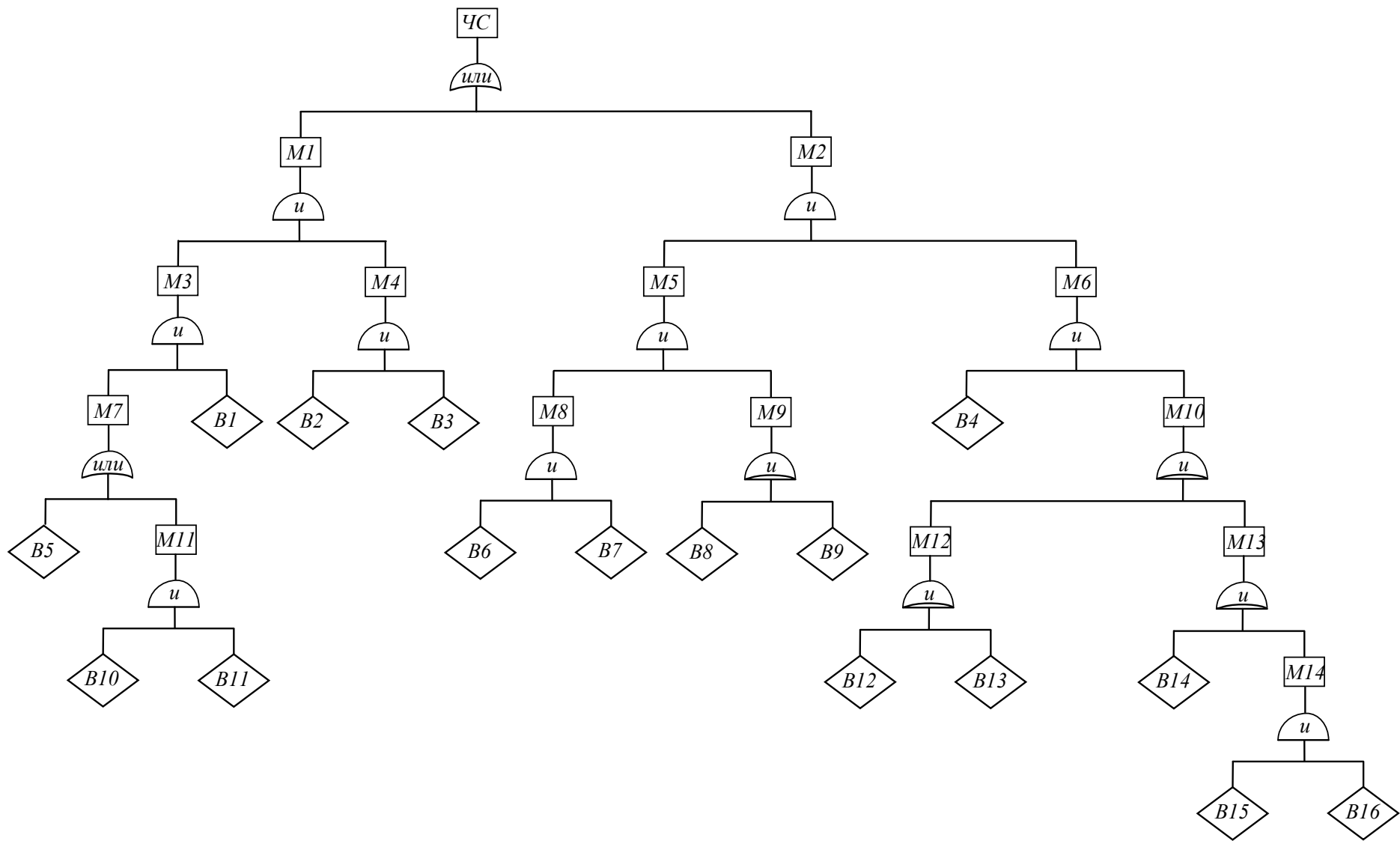


Рисунок 3.5 – Последствия реализации чрезвычайной ситуации

4 Мероприятия по снижению вероятности реализации ЧС

В результате проведения анализа оценки риска были выявлены наиболее значимые факторы, приводящие к возникновению рассматриваемой ЧС на данном объекте. На основании литературных данных и полученных результатов были предложены мероприятия по предупреждению реализации чрезвычайной ситуации ряд из которых регламентируется приказом от 15 декабря 2020 года N 534 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»».

4.1 Перечень мероприятий по снижению реализации разгерметизации резервуара:

Некачественный монтаж

Для снижения вероятности данной причины следует соблюдать необходимые требования при проведении монтажных работ.

Неудовлетворительный контроль состояния объекта

В качестве снижения вероятности данного фактора необходимо своевременное проведение диагностики и технического обслуживания, а также осуществление экспертизы промышленной безопасности.

Коррозионный износ резервуара

Для обеспечения защиты от коррозии покрытие должно быть сплошным, хорошо сцепляться с металлом резервуара, быть непроницаемым для агрессивных сред и обладать высокой стойкостью к износу, нагреву и твердости.

Предлагаемое мероприятие – внедрение электрохимической защиты металлических объектов. Постоянный ток подключается извне к готовому металлическому изделию. Ток, протекающий по поверхности защищаемой конструкции, вызывает катодную поляризацию электромагнитов микрогальванической пары. В результате анодная область поверхности металла становится катодной. Затем анод разрушается под действием коррозионной среды [17].

Повышение температуры в резервуаре

Снижение температуры газового пространства достигается путём охлаждения резервуара водой. Такой способ осуществляется путем установки водяного экрана на крыше резервуара (водный бассейн периодически пополняется тонким слоем воды) или путём спринклерного орошения водой верхней части резервуара (система противопожарного орошения).

Предлагаемое мероприятие – применение пенополиуретановой теплоизоляции. Теплопроводность ППУ в отличие от большинства материалов не зависит от влажности среды, так как до 95 % воздушных пор, обеспечивающих теплоизолирующие свойства ППУ, являются закрытыми и недоступными для влаги. Материал обладает адгезионными свойствами, идеально прилипая к поверхностям любой формы и практически из любого материала, что позволяет осуществлять теплоизоляцию различных элементов оборудования, зданий и сооружений, имеющих сложные формы. При этом отпадает потребность в креплении теплоизоляции к поверхностям. Нанесенное покрытие не требует обновления и ремонта в течение всего срока службы - не менее 25 лет, если ППУ защищен от механических повреждений и прямых солнечных лучей.

Разгерметизация вследствие избыточного заполнения резервуара

Для предотвращения данной опасности требуется осуществление постоянного контроля за уровнем жидкости.

Отказ технологического оборудования

Для предупреждения и снижения вероятности наступления события требуется осуществление постоянного контроля за состоянием и исправностью технического оборудования, контрольно-измерительных приборов, предохранительных клапанов. Сотрудники должны соблюдать технологическую дисциплину и проходить обучение по повышению квалификации.

Износ резервуара в процессе эксплуатации

Для снижения наступления данной причины необходимо проведение периодических технических обслуживаний, текущих ремонтов, технических освидетельствований резервуаров.

Предлагаемое мероприятие – использование химико-механизированного способа зачистки резервуара. При таком способе отчистки резервуары промывают водой при температуре 70 – 80 °С и при давлении 1 – 1,2 МПа через специальные моечные машинки-гидромониторы. Способ заключается в том, что струя воды с добавлением раствора моющих средства механически разрушает отложения и равномерно отмывает всю поверхность. Такие средства улучшают отделение осадка от стенок, днища и внутренних конструкций резервуаров. Эти вещества вводятся в осадок и вследствие химических реакций разжижают его до текучего состояния. Полученная суспензия откачивается в отстойник для специальной переработки.

4.2 Перечень мероприятий для снижения возникновения воспламенения и взрыва:

Разлив нефтепродуктов с последующим образованием и рассеиванием облака ТВС

Проведение ежедневного осмотра резервуарного парка позволит своевременно обнаружить неисправность сооружения и поспособствует локализовать происшествие на ранних стадиях.

Загрязнение атмосферного воздуха и земли

Поскольку, если данное событие наступило нет возможности предотвратить загрязнение атмосферного воздуха. Резервуар хранения должен быть оснащён обвалованием, в целях предотвращения растекания жидкости за пределы этого участка.

Воспламенение с последующим возгоранием объектов инфраструктуры

На территории хранения и переработке нефтепродуктов предусмотрены звуковая сигнализация и блокировка. Также производственная площадка

оснащена системами пожарно-охранной сигнализацией и автоматическими установками пожаротушения.

Взрыв с образованием ударной волны и разрушением объектов инфраструктуры

Расстояние между стенками ближайших резервуаров должно соответствовать требованиям.

Образование «огненного шара» с выделением теплового излучения

Для того, чтобы снизить наступление события резервуары должны оснащаться дыхательными, предохранительными клапанами и огневыми преградителями.

В результате предложенных мероприятий была сформирована диаграмма «галстук-бабочка» (Рисунок 4.1). Диаграмма «галстук-бабочка» – это один из наиболее наглядных методов в анализе рисков, позволяющий показать связь источников риска и последствий его реализации. Основное преимущество метода «галстук-бабочка» – наглядность [18,19].



Рисунок 4.1 – Диаграмма «галстук-бабочка» при разгерметизации резервуара

5 Оценка эффективности мероприятий

5.1 Экспертный метод и оценка риска после внедрения мероприятий

После разработки мероприятий экспертам было предложено повторно оценить вероятность наступления события с учетом предложенных мероприятий. Предложенный экспертам опросный лист №2 представлен в Приложении Б.

В таблице 5.1 представлены оценки, полученные после заполнения опросного листа экспертами с предложенными мероприятиями. В таблице 5.2 представлены результаты оценок экспертов.

Таблица 5.1 – Таблица оценок экспертов по опросному листу №2

№	Событие/фактор	Мероприятия	Номер эксперта										ср
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Некачественный монтаж конструкции	1. Соблюдение требований при проведении монтажных работ	2	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1,4
2	Неудовлетворительный контроль состояния объекта	1.Своевременное проведение технического обслуживания и проведение ЭПБ	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1,2
3	Разгерметизация вследствие коррозионных процессов	1. Использование антикоррозионного ЛКП; 2. Применение метода электрохимической защиты	2	2	3	2	2	2	1	2	2	3	2,1
4	Разгерметизация по причине повышенной температуры резервуара	1. Контроль и соблюдение температурного режима; 2. Применение пенополиуретановой теплоизоляции	2	2	2	2	3	1	2	2	2	1	1,9
5	Разгерметизация вследствие избыточного заполнения резервуара	1. Осуществление постоянного контроля за уровнем жидкости	4	2	3	4	3	3	4	3	3	4	3,3
6	Разгерметизация по причине отказа технологического оборудования	1. Осуществление постоянного контроля за состоянием технологического оборудования, контрольно-измерительных приборов, предохранительных клапанов; 2. Соблюдение технологической дисциплины и повышение квалификации персонала	4	4	4	5	4	5	3	4	3	5	4,1
7	Разгерметизация вследствие износа резервуара в процессе эксплуатации	1. Проведение периодических технических обслуживаний, текущих ремонтов, технических освидетельствований резервуаров; 2. Применение химико-механизированного способа зачистки резервуара	3	3	4	4	5	4	3	4	4	5	3,9

Таблица 5.2 – Результаты оценок по опросному листу № 2

№	Событие/фактор	Номер эксперта										сумма	среднее
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Некачественный монтаж конструкции	0,001	0,001	0,00001	0,00001	0,00001	0,001	0,00001	0,00001	0,001	0,00001	0,00406	0,000406
2	Неудовлетворительный контроль состояния объекта	0,00001	0,00001	0,00001	0,001	0,001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00208	0,000208
3	Разгерметизация вследствие коррозионных процессов	0,001	0,001	0,01	0,001	0,001	0,001	0,00001	0,001	0,001	0,01	0,02701	0,002701
4	Разгерметизация по причине повышенной температуры резервуара	0,001	0,001	0,001	0,001	0,01	0,00001	0,001	0,001	0,001	0,00001	0,01702	0,001702
5	Разгерметизация вследствие избыточного заполнения резервуара	0,1	0,001	0,01	0,1	0,01	0,01	0,1	0,01	0,01	0,1	0,343	0,0343
6	Разгерметизация по причине отказа технологического оборудования	0,1	0,1	0,1	1	0,1	1	0,01	0,1	0,01	1	3,52	0,352
7	Разгерметизация вследствие износа резервуара в процессе эксплуатации	0,01	0,01	0,1	0,1	1	0,1	0,01	0,1	0,1	1	2,53	0,253

Далее определяем вероятность наступления промежуточных событий и главного.

К событию M13 ведут события M14, M15, M16 через логический знак «или». Таким образом вероятность наступления события M13 равна:

$$P_{M13} = 1 - (1 - P_{M14}) \cdot (1 - P_{M15}) \cdot (1 - P_{M16}) \\ = 1 - (1 - 0,001702)(1 - 0,0343)(1 - 0,352) = 0,3753.$$

К событию M6 ведут события M11, M12, M13 через логический знак «или». Таким образом вероятность наступления события M16 равна:

$$P_{M6} = 1 - (1 - P_{M4}) \cdot (1 - P_{M5}) \cdot (1 - P_{M6}) \\ = 1 - (1 - 0,3753)(1 - 0,253)(1 - 0,002701) = 0,5346.$$

К событию M3 ведут события M4, M5, M6 через логический знак «или». Таким образом вероятность наступления события M16 равна:

$$P_{M6} = 1 - (1 - P_{M4}) \cdot (1 - P_{M5}) \cdot (1 - P_{M6}) \\ = 1 - (1 - 0,5346)(1 - 0,000208)(1 - 0,000406) = 0,535.$$

Таким образом вероятность наступления данного главного события составляет 54%, что ниже вероятности до внедрения мероприятий на 34%.

5.2 Оценка эффективности мероприятий по снижению вероятности наступления события

Для оценки эффективности мероприятий по снижению вероятности наступления события необходимо рассчитать затраты предприятия при возникновении чрезвычайной ситуации. В данной ситуации рассматриваем основные затраты при разгерметизации резервуара без возгорания и при полной его замене.

В таблице 5.3 представлены статьи затрат при возникновении ЧС.

Таблица 5.3 – Статьи затрат при возникновении ЧС

Раздел	Критерии
Ущерб, нанесенный предприятию вследствие порчи оборудования, сырья, материалов, готовой продукции, разрушения зданий и сооружений	Затраты на замену резервуара
	Стоимость испорченного сырья и материалов, не пригодных для их дальнейшего использования в производстве

Продолжение таблицы 5.3

Экологический ущерб	Затраты на выплату за негативное воздействие на окружающую среду
Затраты на реализацию ликвидации и расследования аварии	Расходы на мероприятия, связанные с расследованием аварии
	Стоимость материалов, израсходованных при локализации (ликвидации) аварии

Исходя из критериев, приведенных в таблице выше, определим материальные затраты предприятия (таблица 5.4). Для этого была оценена стоимость расходов, связанных с возникновением ЧС, а также рассчитана плата за негативное воздействие на окружающую среду при реализации ЧС.

При аварийной ситуации, связанной с разливом нефтепродуктов, возникает испарение углеводородов, которое несет негативное воздействие на окружающую среду. Вследствие разгерметизации резервуара, влекущее за собой улетучивание вредных веществ в атмосферу, с предприятия взимается плата за неблагоприятное влияние на окружающую среду, на основании Федерального закона от 10 января 2002 года N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и постановления от 13 сентября 2016 года N 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах». Для расчета платы необходимо определить массу паров нефти, поступившей в окружающее пространство. Для этого сначала находим площадь разлива всего объёма жидкости:

$$S_p = 5 \cdot \left(V_{\text{цист}} \cdot \frac{V_{\text{зап}}}{100} \right), \quad (5.1)$$

где $V_{\text{цист}}$ – объём цистерны, м³;

$V_{\text{зап}}$ – степень заполнения цистерны, %;

Форма разлива жидкости – окружность.

Отсюда следует что:

$$S_p = 5 \cdot \left(20000 \cdot \frac{90}{100} \right) = 90000 \text{ м}^2$$

Радиус окружности разлива, определяется по формуле:

$$R_p = \sqrt{\frac{S_p}{\pi}} = \sqrt{\frac{90000}{3.14}} = 169.26 \text{ м}, \quad (5.2)$$

Далее рассчитываем давление насыщенных паров ЛВЖ при расчётной температуре:

$$P_H = 10^{\left(A \cdot \frac{B}{t_p + C_A}\right)}, \quad (5.3)$$

где А, В, С – константы уравнения Антуана для бензина;

t_p – температура окружающей среды, °С.

Давление насыщенных паров ЛВЖ:

$$P_H = 10^{\left(4,99831 \cdot \frac{664,976}{22+221,695}\right)} = 4,35512 \cdot 10^{13} \text{ кПа}$$

Интенсивность испарения рассчитывается по формуле:

$$I_p = 10^{-6} \cdot N_K \cdot M_M \cdot P_H, \quad (5.4)$$

где N_K – коэффициент, учитывающий скорость ветра и температуру;

M_M – молярная масса бензина.

$$I_p = 10^{-6} \cdot 1 \cdot 98,2 \cdot 4,35512 \cdot 10^{13} = 4,277 \cdot 10^9 \text{ кг/с} \cdot \text{м}^2$$

Рассчитываем продолжительность времени полного испарения ЛВЖ:

$$T_{\text{исп}} = M_{\text{вещ}} \cdot \frac{1000}{I_p \cdot S_p} = 14400 \cdot \frac{1000}{4,277 \cdot 10^9 \cdot 90 \cdot 10^3} = 3,741 \cdot 10^{-8} \text{ с}. \quad (5.6)$$

Масса вещества: $M_{\text{вещ}} = V \cdot \rho_{\text{вещ}} = 18000 \cdot 0,8 = 14400 \text{ т}$.

Определяем массу паров, испарившихся с поверхности разлива:

$$M_p = I_p \cdot T_{\text{исп}} \cdot S_p = 4,277 \cdot 10^9 \cdot 3,741 \cdot 10^{-8} \cdot 90000 = 14400000 \text{ кг}.$$

Далее, с имеющимися данными производится расчет платы, где ставка платы за 1 тонну загрязняющего вещества равна 3,2 рублей, применяя коэффициент 1,19. С учетом того, что объект находится на территории Крайнего Севера устанавливается дополнительный коэффициент 2. Соответственно плата за негативное воздействие на окружающую среду равна:

$$3,2 \text{руб} \cdot 14400 \text{т} \cdot 2 \cdot 1,19 = 109670,4 \text{руб}.$$

Таблица 5.4 – Финансовые потери вследствие разгерметизации резервуара

Статья расходов и потерь	Сумма, руб.
Затраты на замену резервуара	75 757 900
Стоимость испорченного сырья и материалов, не пригодных для их дальнейшего использования в производстве	619 200 000
Затраты на выплату за негативное воздействие на окружающую среду	109 670

Продолжение таблицы 5.4

Расходы на мероприятия, связанные с расследованием аварии	100 000
Стоимость материалов, израсходованных при локализации (ликвидации) аварии	300 000
ИТОГО	695 467 570

Величина риска разгерметизации резервуара рассчитывается как произведение вероятности на материальный ущерб (таблица 5.5).

Таблица 5.5 – Величина риска до и после внедрения мероприятий

Описание	Вероятность	Ущерб, руб./год	Риск, руб./год
До внедрения мероприятий	0,876	695 467 570	609 229 591
После внедрения всех мероприятий	0,535		372 075 149
Применение метода электрохимической защиты	0,656		456 226 726
Применение пенополиуретановой теплоизоляции	0,765		532 032 691
Применение химико-механизированного способа зачистки резервуара	0,755		525 078 015
Внедрение 3 вышеуказанных мероприятий	0,584		406 153 061

Далее произведем расчет оценки эффективности мероприятий по снижению разгерметизации резервуара, учитывая, что реализация данных мероприятий приведет к снижению риска возникновения ЧС.

Целесообразно воздействовать на события, которые имели наибольшую вероятность до внедрения мероприятий. Для начала необходимо определить стоимость материальных затрат:

- Применение метода электрохимической защиты – 47 945 000 рублей;
- Применение пенополиуретановой теплоизоляции – 35 000 000 рублей;
- Применение химико-механизированного способа зачистки резервуара – 25 700 000 рублей.

Применение данных мероприятий позволяет снизить риск возникновения ЧС с 0,876 до 0,535 (на 0,341).

Оценка экономического эффекта при осуществлении мероприятий по снижению разгерметизации резервуара определяется по формуле:

$$\text{ЧЭЭ} = \text{Э} - \text{З} = (R_{\text{до}} - R_{\text{после}}) - \text{З},$$

где Э – эффект от внедрения мероприятий, руб./год;

$R_{\text{до}}$ – величина риска до внедрения мероприятий, рассчитываемая как произведение вероятности до внедрения мероприятия и последствий, руб/год;

$R_{\text{после}}$ – величина риска после внедрения мероприятия, рассчитываемая как произведение вероятности после внедрения мероприятия и последствий, руб./год;

З – затраты на мероприятие, руб./год.

Результаты расчета чистого экономического эффекта от реализации каждого мероприятия и их совокупности для наихудшего исхода представлены в таблице 5.6 с указанием необходимых значений параметров.

Таблица 5.6 – ЧЭЭ от реализации мероприятий

Мероприятие	Затраты, руб./год	Эффект, руб./год	ЧЭЭ, руб./год
Применение метода электрохимической защиты	47 945 000	153 002 865	105 057 865
Применение пенополиуретановой теплоизоляции	35 000 000	77 196 900	42 196 900
Применение химико-механизованного способа зачистки резервуара	25 700 00	84 151 576	58 451 576
Совокупность всех 3-х мероприятий	108 645 000	203 076 530	94 431 530

Следовательно, расчет эффективности мероприятий свидетельствует о том, что целесообразно одновременное осуществление 3-х мероприятий для снижения вероятности разгерметизации резервуара.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа		ФИО	
1Е91		Хоруженко Виктория Сергеевна	
Школа	ИШНКБ	Отделение Школа	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Тема ВКР:

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, информационных и человеческих, финансовых,	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.
Перечень графического материала	
1. Оценка конкурентоспособности ИП 2. Матрица SWOT 3. Диаграмма Ганта 4. Бюджет НИ 5. Основные показатели эффективности НИ	

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е91	Хоруженко Виктория Сергеевна		

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсоснабжение

Введение

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

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

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

Цель данной НИ (ВКР) – оценка риска до и после внедрения мероприятий по снижению вероятности разгерметизации резервуара с нефтепродуктом методом диаграммы «галстук-бабочка».

Данный метод оценки риска выбран, так как позволяет наглядно увидеть путь развития опасных событий от причин до последствий при помощи схемы с указанием барьеров (меры управления и контроля) между причинами и опасными событиями, а также опасными событиями и их последствиями.

Потребителями результатов оценки эффективности мероприятий по снижению вероятности наступления события являются нефтедобывающие предприятия, осуществляющие добычу и хранение нефти.

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

6.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Для анализа альтернативных методов оценки рисков была выбрана оценочная карта. Для оценки конкурентных способов была выбрана шкала от 1 до 5, где:

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

В таблице 6.1 представлен анализ конкурентных технических решений. Метод оценки рисков при помощи диаграммы «галстук-бабочка» обозначен как B_{ϕ} , метод экспертной оценки рисков как $B_{к1}$, метод Дельфи как $B_{к2}$.

Таблица 6.1 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	$B_{к1}$	$B_{к2}$	K_{ϕ}	$K_{к1}$	$K_{к2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации	0,11	5	3	4	0,55	0,33	0,44
2. Визуализация полученных результатов	0,12	5	4	4	0,6	0,48	0,48
3. Полнота представления данных	0,12	5	3	3	0,6	0,36	0,36
4. Потребность в дополнительных исследованиях	0,18	3	2	2	0,54	0,36	0,36
5. Универсальность метода	0,08	4	3	3	0,32	0,24	0,24
6. Специальное оборудование	0,09	4	4	4	0,36	0,36	0,36
7. Представляемые возможности	0,14	5	4	2	0,7	0,56	0,28
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,09	4	4	5	0,36	0,36	0,45

Продолжение таблицы 6.1

2. Конкурентоспособность продукта	0,07	4	4	4	0,28	0,28	0,28
Итого	1	39	31	31	4,31	3,33	3,25

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot \text{Б}_i = 4.31$$

где K – конкурентоспособность проекта, B_i – вес показателя (в долях единицы); Б_i – балл показателя.

Согласно данным, представленным в таблице, можно сделать вывод, что использование метода диаграммы «галстук-бабочка» является наиболее эффективным и целесообразным при проведении оценки эффективности мероприятий. Уязвимость других методов обусловлена низким удобством применения данных методов и малыми предоставляемыми возможностями

6.1.2 SWOT-анализ

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

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Прогнозирование и выявление опасных условий и действий в широком масштабе.	Сл1. Невозможность предвидеть все риски.
С2. Способность охватывать различные виды профессий, занятых на нефтедобывающем предприятии.	Сл2. Большой срок проведения исследования.
С3. Устойчивое финансовое положение.	Сл3. Для каждого потребителя требуется индивидуальный подход.

Продолжение таблицы 6.2

С4. Потребность предприятий в проведении оценки рисков.	Сл4. Низкая скорость продвижения новых технологий в области оценки рисков.
С5. Постоянная информационная насыщенность.	Сл5. Недостаток финансирования на усовершенствование проекта.
Возможности	Угрозы
В1. Создание партнерских отношений со всеми видами нефтяной отрасли.	У1. Падение спроса при появлении новых конкурентов.
В2. Большой потенциал усовершенствования методики оценки рисков.	У2. Невостребованность проекта в связи с истощением ресурсной базой.
В3. Сокращение энергозатрат за счет реализации функциональной стратегии в области охраны труда, промышленной безопасности и экологии (HSE).	У3. Неточность проведения оценки риска.
В4. Рост и развитие новых механизмов, требующих проведения оценки рисков.	У4. Колебания цен на данное исследование.
В5. Создание новых видов методик оценки рисков.	У5. Снижение цен у конкурентов.

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 6.3–6.6.

Таблица 6.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	+	+	+	0
	В2	-	-	0	0	+
	В3	0	0	+	0	-
	В4	0	+	-	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: В1С1С2С3С4, В4С1С2С4С5.

Таблица 6.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	-	-	0	-	-

Продолжение таблицы 6.4

	B2	+	+	+	+	0
	B3	-	+	+	+	-
	B4	-	-	+	-	-
	B5	0	+	-	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B2Сл1Сл2Сл3Сл4, B3Сл2Сл3Сл4, B5Сл1Сл2Сл3Сл4Сл5.

Таблица 6.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

		Сильные стороны проекта				
		C1	C2	C3	C4	C5
Угрозы проекта	У1	-	+	+	-	-
	У2	-	+	-	+	-
	У3	+	+	-	-	+
	У4	-	-	+	-	-
	У5	0	-	0	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У1С2С3, У2С2С4, У3С1С2С5.

Таблица 6.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

		Слабые стороны проекта				
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
Угрозы проекта	У1	-	-	0	0	0
	У2	-	-	-	0	-
	У3	+	-	+	+	-
	У4	-	-	-	-	0
	У5	-	-	0	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: У3Сл1Сл3Сл4.

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 6.7.

Таблица 6.7 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</p> <p>С1. Прогнозирование и выявление опасных условий и действий в широком масштабе.</p> <p>С2. Способность охватывать различные виды профессий, занятых на нефтедобывающем предприятии.</p> <p>С3. Устойчивое финансовое положение.</p> <p>С4. Потребность предприятий в проведении оценки рисков.</p> <p>С5. Постоянная информационная насыщенность.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</p> <p>Сл1. Невозможность предвидеть все риски.</p> <p>Сл2. Большой срок проведения исследования.</p> <p>Сл3. Для каждого потребителя требуется индивидуальный подход.</p> <p>Сл4. Низкая скорость продвижения новых технологий в области оценки рисков.</p> <p>Сл5. Недостаток финансирования на усовершенствование проекта.</p>
<p>Возможности</p> <p>В1. Создание партнерских отношений со всеми видами нефтяной отрасли.</p> <p>В2. Большой потенциал усовершенствования методики оценки рисков.</p> <p>В3. Сокращение энергозатрат за счет реализации функциональной стратегии в области охраны труда, промышленной безопасности и экологии (HSE).</p> <p>В4. Рост и развитие новых механизмов, требующих проведения оценки рисков.</p> <p>В5. Создание новых видов методик оценки рисков.</p>	<p>Направления развития</p> <p>-Способность охватывать различные виды отраслей и возможность в прогнозировании и выявлении опасных условий и опасных действий в широком масштабе дают большую возможность создавать партнерские отношения со всеми видами отраслевой промышленности, тем самым сохранять устойчивость финансового положения.</p> <p>-С каждым годом количество новых механизмов увеличивается и, поэтому, увеличивается необходимость в проведении оценки рисков, следовательно, растет востребованность методики</p>	<p>Сдерживающие факторы</p> <p>Методика нуждается в усовершенствовании, т. к. в ней есть некоторые негативные моменты, такие как невозможность предвидеть все риски, большой срок проведения исследования и низкая скорость продвижения новых технологий в области оценки рисков, при этом для каждого потребителя требуется индивидуальный подход.</p> <p>-При реализации функциональной стратегии в области охраны труда, промышленной безопасности и экологии (HSE) сократятся все негативные моменты, напрямую зависящие от энергозатрат.</p> <p>-Целесообразность в создании новых видов методик оценки рисков состоит в том, чтобы повысить положительные стороны и минимизировать негативные.</p>

Продолжение таблицы 6.7

Угрозы	Угрозы развития	Уязвимости:
<p>У1. Падение спроса при появлении новых конкурентов.</p> <p>У2. Невостребованность проекта в связи с истощением ресурсной базой.</p> <p>У3. Неточность проведения оценки риска.</p> <p>У4. Колебания цен на данное исследование.</p> <p>У5. Снижение цен у конкурентов.</p>	<p>-При появлении новых конкурентов на рынке следует ожидать падение спроса и, как в следствие этого, снижение финансового положения, и, возможно, сосредоточение только на определенных потребителях.</p> <p>-При истощении ресурсной базы потребитель будет вынужден прекратить своё производство и отказаться от услуг исследования, что ведет к невостребованности проекта.</p> <p>-Несмотря на большие возможности проекта, имеется потенциальная возможность неточности проведения оценки рисков.</p>	<p>-Все вышеперечисленные негативные моменты напрямую связаны с неточностью проведения оценки риска, поэтому методика нуждается в усовершенствовании</p>

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

6.2 Планирование научно-исследовательских работ

6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

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

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Выбор темы выпускной квалификационной работы	Научный руководитель
	2	Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	Научный руководитель, инженер
Теоретическая подготовка	3	Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	Научный руководитель, инженер
	4	Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	Инженер
	5	Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	Инженер
Проведение расчетов и их анализ	6	Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	Научный руководитель, инженер
	7	Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	Инженер
	8	Анализ полученных результатов	Инженер
Обобщение и оценка результатов	9	Подведение итогов выпускной квалификационной работы	Научный руководитель, инженер
	10	Согласование и проверка работ с научным руководителем	Научный руководитель, инженер

6.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ и графика поведения

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

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

$$t_{ожi} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (6.1)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

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

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

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

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

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

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

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

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (6.3)$$

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

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

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

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{\text{кал.инж}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22, \quad (6.4)$$

где $T_{\text{кал}}$ – общее количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ – общее количество выходных дней в году; $T_{\text{пр}}$ – общее количество праздничных дней в году.

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 6.9.

Таблица 6.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{\text{ожгi}}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Выбор темы выпускной квалификационной работы	1	1	3	3	2	2	2	2
2. Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	2	2	4	4	3	3	1	1
3. Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	6	7	12	14	8	10	5	7
4. Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	6	10	10	15	8	12	12	18
5. Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	-	13	-	19	-	15	15	22

Продолжение таблицы 6.9

6. Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	6	5	10	12	7	8	4	6
7. Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	9	9	16	16	12	12	12	18
8. Анализ полученных результатов	14	14	17	17	15	15	15	22
9. Подведение итогов выпускной квалификационной работы	1	2	3	5	3	4	2	1
10. Согласование и проверка работ с научным руководителем	2	2	10	10	5	5	2	3
Итого:	17	65	85	115	63	86	70	100

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

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 6.10).



Таблица 6.10 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	T_{ki} кал. дн.	Продолжительность работ													
				февр			март			апр			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Выбор темы выпускной квалификационной работы	Исп1	2	1	2												
2	Составление календарного плана написания выпускной квалификационной работы	Исп1 Исп2	1		1												
3	Подбор литературы для написания выпускной квалификационной работы	Исп1 Исп2	7			1											
4	Изучение, анализ, систематизация информации для выполнения выпускной квалификационной работы	Исп2	18				1										

Продолжение таблицы 4.10

5	Написание теоретической части выпускной квалификационной работы	Исп2	22																
6	Подведение промежуточных итогов выпускной квалификационной работы	Исп1 Исп2	6																
7	Выполнение практической части выпускной квалификационной работы	Исп2	18																
8	Анализ полученных результатов	Исп1 Исп2	22																
9	Подведение итогов выпускной квалификационной работы	Исп1 Исп2	1																
10	10. Согласование и проверка работ с научным руководителем	Исп1 Исп2	3																

Примечание:

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

6.3 Бюджет научного исследования

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

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР

6.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-техническое исследование должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. Результаты расчета затрат представлены в таблице 6.11.

Таблица 6.11 – Материальные затраты

Наименование статей	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Итого затраты, руб.
Бумага	лист.	500	2	1000
Картридж	шт.	3	700	2100
Шариковая ручка	шт.	5	20	100
Карандаш	шт.	3	10	30
Блокнот	шт.	2	50	100
Итого:				3330

6.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

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

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$N_A = \frac{1}{n}, \quad (6.5)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{N_A I}{12} \cdot t \quad (6.6)$$

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

Таблица 6.12 – Затраты на оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во ед.	Срок полезного использования, лет	Время использования, мес.	$N_A, \%$	Цена оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования руб.	Амортизация
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ПЭВМ	1	3	3	33	60000	60000	4950
2	Принтер	1	2	1,5	50	20000	20000	1250
Итого:								6200 руб.

6.3.3 Основная заработная плата исполнителей

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

Основная заработная плата $Z_{\text{осн}}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (6.7)$$

где $Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 6.9).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{78000 \cdot 10,3}{251} = 3200,8 \text{ руб}, \quad (6.8)$$

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

- при отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;
- при отпуске в 56 раб. дней – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{33150 \cdot 11,2}{223} = 1664,9 \text{ руб}, \quad (6.9)$$

Должностной оклад работника за месяц:

- для руководителя:

(6.10)

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p = 40000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 78000 \text{ руб}$$

– для инженера:

(6.11)

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб}$$

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

Таблица 6.13 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	52/14	104/14
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48/0	24/0
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	223

Таблица 6.14 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{тс}, \text{руб}$	$k_{пр}$	k_d	k_p	$Z_m, \text{руб}$	$Z_{осн}, \text{руб}$	$T_p, \text{раб.дн.}$	$Z_{осн}, \text{руб}$
Руководитель	40000	0,3	0,2	1,3	78000	3200,8	63	201650,4
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1664,9	86	143181
Итого:								344831,4

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 201650,4 = 30247,56 \text{ руб.} \quad (6.12)$$

– для инженера:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 141181 = 21177,2 \text{ руб.} \quad (6.13)$$

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

6.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}}(Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (201650 + 30248) = 69569,39 \text{ руб.} \quad (6.14)$$

– для инженера:

$$(6.15)$$

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}}(Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (143181 + 21177,2) = 49307 \text{ руб.},$$

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

6.3.5 Накладные расходы

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

Таблица 6.15 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
6200	3330	344831,4	51424,76	118876,39	524662,55

Величина накладных расходов определяется по формуле (6.16):

$$Z_{\text{нкл}} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (6.16)$$

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

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат была составлена калькуляция плановой себестоимости ВКР по форме, приведённой в таблице 6.16. В таблице также представлено определение бюджета затрат двух конкурирующих научно-исследовательских проектов.

Таблица 6.16 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий Проект	Исп.2	Исп.3	
1	Материальные затраты	3330	2830	2780	Пункт 4.2.3.1
2	Затраты на специальное оборудование	6200	18240	12560	Пункт 4.2.3.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	344831,4	344831,4	344831,4	Пункт 4.2.3.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	51424,76	51424,76	51424,76	Пункт 4.2.3.3
5	Отчисления во внебюджетные фонды	118876,39	118876,39	118876,39	Пункт 4.2.3.4
6	Накладные расходы	104932,51	104932,51	104932,51	Пункт 4.2.3.5
Бюджет затрат		629595,06	641126,06	635405,06	Сумма ст. 1- 6

6.4 Определение ресурсной (руссурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве аналогов рассмотрены:

- 1) Метод экспертной оценки рисков;

2) Метод Дельфи.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (6.17)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{ri} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 629595,06$, $\Phi_{\text{исп.2}} = 641126,06$ руб., $\Phi_{\text{исп.3}} = 635405,06$ руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{тек.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{629595,06}{641126,06} = 0,98;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{641126,06}{641126,06} = 1;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{\text{исп.3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{635405,06}{641126,06} = 0,99.$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов (I_{ri}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 6.17).

Таблица 6.17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Полнота оценки эффективности	0,25	5	4	4
2. Удобство в применении	0,15	5	3	5
3. Наглядность	0,15	5	5	3
4. Интерфейс	0,2	4	4	4
5. Функционал	0,25	5	5	4
ИТОГО	1	24	21	20

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 = 4,8;$$

$$I_{p1} = 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 = 4,3;$$

$$I_{p1} = 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 4 = 4,0;$$

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

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{I_{pi}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}} \quad (6.18)$$

$$I_{\text{исп.}1} = \frac{4,8}{0,98} = 4,89, \quad I_{\text{исп.}2} = \frac{4,3}{1} = 4,3, \quad I_{\text{исп.}3} = \frac{4,0}{0,99} = 4,04.$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 6.18).

Таблица 6.18 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,98	1	0,99
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,8	4,3	4,0
3	Интегральный показатель эффективности	4,89	4,3	4,04
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,88	0,82

Сравнив значения интегральных показателей эффективности, можно сделать вывод, что реализация в первом исполнении (текущий проект) является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации проекта, как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

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

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 629595,06 руб;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,98, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,8, по сравнению с 4,3 и 4,0;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 4,89, по сравнению с 4,3 и 4,04, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 1Е91		ФИО Хоруженко Виктория Сергеевна	
Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Тема ВКР:

Оценка рисков возникновения чрезвычайных ситуаций при хранении нефтепродуктов в резервуарном парке	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p><i>Объект исследования:</i> резервуар для хранения горючих веществ. <i>Область применения:</i> топливная энергетика. <i>Рабочая зона:</i> территория резервуарного парка. <i>Размеры территории:</i> 5000×5000 м. <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> дыхательный клапан, предохранительный клапан, огнепреградитель, уровнемер, пробоотборник, сигнализатор уровня, манометр, устройство для предотвращения слива, противопожарное оборудование, приемо-раздаточные патрубки, зачистной патрубков, вентиляционный патрубков, люк (световой, замерный). <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> наполнение, опорожнение, зачистка резервуара, контроль параметров (температура, давление).</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>ГОСТ Р 58623-2019. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные. Правила технической эксплуатации; ТОИ Р-112-12-95. 1. Типовая инструкция по охране труда при эксплуатации резервуарных парков предприятий нефтепродуктообеспечения Приказ от 9.12.2009 N 970н Об утверждении «Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам нефтяной промышленности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением» Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда.</p>
<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Механические опасности, связанные с движущимися машинами и механизмами; 2. Воздействие на организм человека электрического тока, в том числе статического электричества; 3. Образование взрывоопасной среды; 4. Выполнение работ на высоте.

	<p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенный уровень шума; 2. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего; 3. Отсутствие или недостаток необходимого освещения; 4. Повышенная концентрация вредных веществ в воздухе. <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: использование специальных костюмов, перчаток, беруши, наушники, защитные ограждения, заземление металлических частей электрооборудования, проведение технического осмотра, своевременный ремонт, наличие предохранительных устройств.</p>
3. Экологическая безопасность при эксплуатации	<p>Воздействие на селитебную зону: загрязнение окружающей среды опасными веществами токсикологической значимости при аварии;</p> <p>Воздействие на литосферу: утечка нефти, масла и других загрязняющих веществ в почвенные покровы;</p> <p>Воздействие на гидросферу: попадание загрязняющих веществ в сточные воды от зачистки резервуаров;</p> <p>Воздействие на атмосферу: загрязнение воздуха парами жидких углеводородов.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации	<p>Возможные ЧС:</p> <p>Природные катастрофы (наводнения, ураганы);</p> <p>Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.);</p> <p>Техногенные аварии (разгерметизация резервуара с утечкой хранимой жидкости, пожар, взрыв)</p> <p>Наиболее типичная ЧС: разгерметизация резервуара в результате деформации сварных швов с последующей утечкой хранимой жидкости</p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Мезенцева Ирина Леонидовна			01.03.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1E91	Хоруженко Виктория Сергеевна		01.03.2023

7 Социальная ответственность

Введение

Резервуарный парк, находящийся на объекте по добыче газа и топлива, является объединением групп резервуаров для накопления и хранения нефти и нефтепродуктов, а также химических продуктов, воды или жидких углеводородов. Данный комплекс оснащается насосными установками, технологическими трубопроводами, запорной арматурой, системами пожаротушения, средствами автоматизации, а также системой сокращения потерь продуктов.

Для поддержания резервуарных парков в работоспособном состоянии должно проводиться их своевременное и качественное техническое обслуживание оператором резервуарного парка. Основной целью данного вида профессиональной деятельности является подготовка оборудования и выполнение работ по приёму, хранению, отпуску нефти и нефтепродуктов. Главными задачами оператора резервуарного парка являются: замер нефтепродуктов в резервуарах, цистернах; отбор проб; откачивание или спуск из емкостей и резервуаров воды и грязи; взвешивание автоцистерн, тарных нефтепродуктов, баллонов с газом; подготовка пломб, пломбирование; отпуск потребителям маслофильтров и прием от них отработанных масел; проверка технического состояния и чистоты тары потребителей, ее закупорки; подогрев нефтепродуктов; погрузочно-разгрузочные работы с тарными нефтепродуктами и другими жидкими продуктами.

Испарение вредных веществ приводят к негативному влиянию на воздух рабочей зоны и являются вредным фактором воздействия на организм человека. Объекты резервуарного хранения являются стратегическими объектами, от их функционирования зависит работа всей нефтедобывающей и перерабатывающей отрасли, поэтому важно чтобы на таких объектах не происходило аварий и чрезвычайных ситуаций.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Режимы труда и отдыха работников при эксплуатации нефтебаз устанавливаются в соответствии с действующим законодательством и правилами внутреннего распорядка организаций. Нормальная продолжительность рабочего времени на работах с вредными условиями труда - 36 часов в неделю. Сокращение нормальной продолжительности рабочего времени вводится в тех случаях, когда время ежедневной работы во вредных условиях составляет не менее 50 % рабочего времени, согласно [ТК РФ Статья 94].

К работе оператором резервуарного парка допускаются лица старше 18 лет, прошедшие медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний к выполнению работ, имеющие допуск не ниже II группы по электробезопасности; прошедшие обучение, проверку знаний: требований охраны труда пожарной безопасности при проведении конкретных работ на объекте по действиям при ликвидации аварий и их последствий, по оказанию доврачебной помощи, имеющие навыки применения соответствующих СИЗ.

Оператор резервуарного парка при работе должен руководствоваться инструкцией по охране труда и правилами технической эксплуатации резервуарных парков [20,21].

Согласно Типовым нормам бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам нефтяной промышленности, оператор резервуарного парка должен быть обеспечен и пользоваться во время работы специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты [22].

Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск предоставляется работникам, условия труда на рабочих местах которых по результатам специальной оценки условий труда отнесены к вредным условиям труда 2, 3 или 4 степени либо опасным условиям труда.

Продолжительность ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска конкретного работника устанавливается трудовым договором на основании отраслевого (межотраслевого) соглашения и коллективного договора с учетом результатов специальной оценки условий труда [ТК РФ Статья 117].

Работодатели должны проводить специальную оценку условий труда (СОУТ). Такую оценку проводят для выявления опасных и вредных факторов для определения насколько такие факторы отклоняются от установленных нормативов. По результатам СОУТ рабочим местам присваивают классы условий труда [23].

7.2 Производственная безопасность

Обслуживание резервуаров осуществляется оператором резервуарного парка. При выполнении работ согласно «ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» могут иметь место следующие факторы, представленные в таблице 7.1:

Таблица 7.1 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на территории резервуарного парка

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1. Механические опасности, связанные с движущимися машинами и механизмами	ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности
2. Воздействие на организм человека электрического тока, в том числе статического электричества	ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов РД 32.21.122.87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений

Продолжение таблицы 7.1

3. Образование взрывоопасной среды	Приказ от 15.12.2020 N 534 об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»
4. Выполнение работ на высоте	Приказ от 16.11.2020 N 782н об утверждении правил по охране труда при работе на высоте
5. Повышенный уровень шума	ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности СанПин 2.2.2.540-96 «Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ»
6. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
7. Отсутствие или недостаток необходимого освещения	СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение
8. Повышенная концентрация вредных веществ в воздухе	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

1) Механические опасности

Движущиеся части производственного оборудования, а также движение автотранспорта являются основными источниками травмоопасности. Такой производственный фактор опасен возможностью получения механической травмы в результате контакта движущейся части механизма с телом человека. В результате работник получает такие травмы, как наружные повреждения связаны с нарушением анатомической целостности кожных покровов и (или)

слизистых оболочек. В преобладающем большинстве случаев травм наружные повреждения сочетаются с внутренними (кровоподтеки, переломы костей, вывихи суставов, растяжения, разрывы, разможнения тканей и органов).

Скорость движения автотранспорта, по площадке и вблизи мест производства работ не должны превышать 10 км/час на прямых участках и 5 км/час на поворотах. Движущиеся части производственного оборудования должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним работающего или использованы другие средства (например: двуручное управление), предотвращающие травмирование. Также необходимо соблюдать технику безопасности при работе оборудования, машин и механизмов, а их эксплуатацию должны выполнять только лица, имеющие на это право [24].

2) Электрический ток

Тепловые проявления электрического тока имеют место в связи с тем, что в резервуарном парке эксплуатируется большое количество устройств, потребляющих электрическую энергию: электродвигатели, электронасосы, различные приборы производственной автоматики. Разряды статического электричества, которые могут возникнуть в трубопроводах и резервуарах при перемещении нефтепродуктов. В результате удара электрическим током работник получает электротравму, сопровождающуюся нарушениями сознания и общего состояния, аритмией, тахикардией, колебаниями артериального давления, признаками дыхательной недостаточности.

Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека, не должны превышать следующих значений:

- переменный (50 Гц) порог осязаемого тока 1,1 мА;
- переменный (400 Гц) – порог неотпускающего тока 10,1 мА;
- постоянный – порог фибрилляционного тока 100,0 мА.

Напряжения прикосновения и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 25°C) и влажности (относительная влажность более 75%), должны быть уменьшены в три раза.

Чтобы предупредить возможность случайного проникновения и прикосновения к токоведущим частям, находящимся под напряжением, используются защитные сетчатые и смешанные ограждения. Ограждению подлежат неизолированные токоведущие части выключателей, подающих напряжение на установки. Предусмотреть технических средств электробезопасности: применение малых напряжений (12 - 42 В), защитное заземление (4 - 10 Ом), устройство защитного отключения [25].

Для обеспечения электростатической безопасности скорость нефти в приемо-раздаточном патрубке при заполнении резервуаров всех типов после затопления струи не должна превышать 1 м/с.

Резервуарные парки или отдельно стоящие резервуары для товарной нефти должны быть защищены от прямых ударов молнии, электростатической и электромагнитной индукции, заноса высоких потенциалов устройствами молниезащиты [26].

3) Образование взрывоопасной среды

На образование взрывоопасных концентраций внутри резервуаров оказывают существенное влияние физико-химические свойства хранимых нефти и нефтепродуктов, конструкция резервуара, технологические режимы эксплуатации, а также климатические и метеорологические условия. Взрыв в резервуаре приводит к подрыву реже к разрушению резервуара с последующим горением на всей поверхности горючей жидкости.

На производстве при взрыве газозооушной, парозооушной смеси или пыли образуется ударная волна. Действие ударной волны на человека менее 10 кПа считается безопасным, при избыточном давлении от 10 до 30 кПа происходят легкие поражения (звон в ушах, головокружение), при избыточном давлении от 30 до 60 кПа человек получает поражения средней тяжести (вывихи, контузии головного мозга), избыточные давления от 60 до 100 кПа наносят человеку тяжелые контузии и травмы, приводящие к длительной потере рабо-госпособности, при избыточном давлении более 100

кПа происходят крайне тяжелые контузии и травмы (переломы костей, разрывы внут-ренних органов), которые могут привести к гибели человека.

Пожароопасные концентрации внутри технологического оборудования могут образовываться при условии, что:

- имеется паровоздушное пространство;
- рабочая температура жидкости находится между нижним и верхним пределами воспламенения с учетом коэффициента безопасности $\Delta t = 10^\circ\text{C}$;
- $t_{\text{нп}} - \Delta t < t_p < t_{\text{вп}} + \Delta t$ (где: $t_{\text{нп}}$ и $t_{\text{вп}}$ - нижний и верхний температурные пределы воспламенения; t_p - рабочая температура жидкости)

Пределы взрываемости нефти или нефтепродуктов зависят от их состава и колеблются в широких пределах. Например, для бензина при температуре 20°C и атмосферном давлении нижний предел взрываемости – 1,1%, а верхний – 6%.

Объекты сбора, подготовки и транспортирования нефти, газа и газового конденсата оснащаются:

- сигнализаторами контроля взрывоопасной концентрации газа;
- системой автоматического контроля положения уровня жидкости и давления в сепараторах, отстойниках и резервуарах;
- системой линейных отсекающих устройств или другой автоматизированной запорной арматурой с автономным и дистанционным управлением [27].

4) Выполнение работ на высоте

Результатом большинства падений с высоты является повреждение опорно-двигательного аппарата, черепно-мозговые травмы и иные повреждения (повреждения кожи и мягких тканей, органов дыхания и т.д.).

Работами на высоте считаются работы, выполняемые на высоте 1,5 м от поверхности грунта, перекрытия или рабочего настила, над которым производятся работы с монтажных приспособлений или непосредственно с элементов конструкций, оборудования, машин и механизмов, при их установке, эксплуатации, монтаже и ремонте.

Меры безопасности при проведении работ на высоте должны быть изложены в технологических картах, инструкциях по охране труда или производственных инструкциях с учетом требований согласно Приказу от 16 ноября 2020 года N 782н об утверждении «Правил по охране труда при работе на высоте» [28].

5) Повышенный уровень шума

Основным источником шума является работа специализированной дорожной техники. Особенности негативного действия производственного шума на оператора: тугоухость; синдром хронической усталости, повышенная раздражительность, утомляемость.

Допустимый уровень шума составляет 80 дБА. Запрещается даже кратковременное пребывание в зоне с уровнями звукового давления, превышающими 135 дБА [29]. В таблице 7.2 приведены предельно допустимые уровни звукового давления согласно СанПин 2.2.2.540-96 пункт 3.3.2. [30].

Таблица 7.2 – Предельно допустимые уровни звукового давления

Вид трудовой деятельности										Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Выполнение работ легкой и средней тяжести на производстве и всех видов работ в быту	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Вид трудовой деятельности выбран в соответствии с [31].

Мероприятия по профилактике вредного влияния производственного шума на оператора товарного включают в себя: медицинский осмотр один раз в год, направления в лечебно-профилактические учреждения.

Для индивидуальной защиты работников от производственного шума применяется СИЗ – наушники защитные, беруши.

6) Микроклиматические условия

База товарно-сырьевая на котором расположен резервуарный парк находится на территории крайнего Севера. Средняя температура зимних месяцев – минус 41 °С, средняя скорость ветра – 1,5 м/с.

Влияние охлаждения на организм человека: повышение тонуса сосудов, увеличение артериального давления, утомляемость, головные боли, снижение внимания, травматизм, нарушение чувствительности. Последствия охлаждающего микроклимата: инсульт (кровоизлияние), снижение физической силы (выносливость), обморожение, атеросклероз, рост простудных заболеваний.

Предельная жесткость погоды, ниже которой не могут выполняться работы на открытом воздухе, колеблется в пределах от -40 до -45 °С. При эквивалентной температуре наружного воздуха ниже -25 °С работающим на открытом воздухе или в закрытых необогреваемых помещениях, а также грузчикам, занятым на погрузочно-разгрузочных работах, и другим работникам, ежечасно должен быть обеспечен обогрев в помещении, где необходимо поддерживать температуру около +25 °С [32].

Работающие на открытом воздухе должны быть обеспечены в зимнее время спецодеждой и спецобувью с повышенным суммарным тепловым сопротивлением, а также защитными масками для лица. При работах, связанных с ограниченностью движения, следует применять спецодежду и спецобувь со специальными видами обогрева.

7) Отсутствие или недостаток необходимого освещения

Негативные факторы влияющие на естественное освещение площадки зависят от:

а) Географическое положение (в зимний период очень короткий световой день длительностью 2–3 часа);

б) Туман в атмосферном воздухе (при сильных морозах).

Искусственное освещение площадки происходит от верхних источников. Последствия нерационального освещения: повышенная

утомляемость; близорукость; катаракта – помутнение хрусталика; травматизм; снижение производительности, качества.

Для резервуарных парков и участков работ необходимо предусматривать общее равномерное освещение. При этом освещенность должна быть не менее 2 лк независимо от применяемых источников света, за исключением автодорог. При подъеме или перемещении грузов должна быть освещенность места работ не менее 5 лк при работе вручную и не менее 10 лк при работе с помощью машин и механизмов [33].

Мероприятия проводимые по профилактике недостаточности освещенности, коллективной и индивидуальной защите: выбор рациональной схемы освещения, установка дополнительного светового оборудования.

8) Повышенная концентрация вредных веществ в воздухе

На рабочих объектах оператора товарного, обращается опасное вещество – бензин. По степени воздействия на организм человека относится к 3 классу опасности. Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны – 300/100 мг/м³. По своему химическому составу, представляют органические соединения, состоящие в основном из углерода и водорода. Пары жидких углеводородов обладают наркотическими свойствами, влияют на центральную нервную систему, вызывают отравления, сопровождающиеся головной болью, головокружением, тошнотой, рвотой, возможны психические расстройства. Вдыхание больших доз вредных газов может привести к потере сознания, нарушению деятельности сердечно-сосудистой системы, смерти.

При работе с вредными веществами 1-, 2-, 3-го классов опасности должно быть обеспечено регулярное обезвреживание и дезодорирование СИЗ. Работающие в условиях пылеобразования должны быть в противопыльных респираторах, защитных очках и комбинезонах. Степень автоматизации процессов дает возможность свести к минимуму пребывание людей на объектах с возможными выделениями вредных продуктов и газовыделениями.

7.3 Экологическая безопасность при эксплуатации

Атмосфера. Основной причиной технологических потерь ценного сырья и вредных выбросов в окружающую среду при хранении в резервуарах является испаряемость углеводородов ($\text{ПДК}_{\text{ср.сут}} = 1,5 \text{ мг/м}^3$), оксидов серы ($\text{ПДК}_{\text{ср.сут}} = 0,05 \text{ мг/м}^3$), оксидов азота ($\text{ПДК}_{\text{ср.сут}} = 0,1 \text{ мг/м}^3$), оксидов углерода ($\text{ПДК}_{\text{ср.сут}} = 3 \text{ мг/м}^3$) и твёрдых веществ. При хранении нефти и нефтепродуктов должны соблюдаться гигиенические требования к охране атмосферного воздуха. С целью охраны атмосферного воздуха от загрязнения выбросами вредных веществ предприятия проводят постоянный контроль за соблюдением предельно допустимых выбросов (ПДВ) [32].

Гидросфера. Попадание в гидросферу загрязняющих веществ, таких как нефть ($\text{ПДК} = 0,3 \text{ мг/л}$), масла ($\text{ПДК} = 0,05 \text{ мг/л}$), растворители ($\text{ПДК} = 0,05 \text{ мг/л}$), углеводороды ($\text{ПДК} = 0,1 \text{ мг/л}$) в составе сточных вод от зачистки резервуаров, несоблюдения правил эксплуатации оборудования приводит к негативному воздействию на грунтовые воды. Предотвратить загрязнение гидросферы позволяет своевременный осмотр оборудования и устранение несоответствий паспортным требованиям, своевременная уборка отходов в специально отведенные места с дальнейшей транспортировкой до мест переработки [32].

Литосфера. Загрязнения литосферы происходят в результате утечек нефти, масла и других загрязняющих веществ в результате ремонтных работ, несоблюдения правил эксплуатации оборудования, износа уплотнений запорной арматуры. Проведение своевременного осмотра оборудования и устранение несоответствий паспортным требованиям позволяет снизить вероятность загрязнения почв [34].

Обезвреживание отходов, образующихся при очистке оборудования и тары, осуществляют в соответствии с порядком накопления, транспортирования, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов.

Селитебная зона. Разгерметизация резервуара с последующим разливом нефти влечёт за собой образование пожара. Что приводит к загрязнению

окружающей среды селитебной зоны продуктами горения такими как оксиды углерода ($\text{ПДК}_{\text{ср.сут}} = 3 \text{ мг/м}^3$), оксиды азота ($\text{ПДК}_{\text{ср.сут}} = 0,1 \text{ мг/м}^3$), сероводород ($\text{ПДК}_{\text{ср.сут}} = 0,008 \text{ мг/м}^3$), оксиды серы ($\text{ПДК}_{\text{ср.сут}} = 0,05 \text{ мг/м}^3$), синильная кислота ($\text{ПДК}_{\text{ср.сут}} = 0,01 \text{ мг/м}^3$), формальдегид ($\text{ПДК}_{\text{ср.сут}} = 0,01 \text{ мг/м}^3$). Для обеспечения пожарной безопасности складов нефти и нефтепродуктов должен быть разработан комплекс мероприятий, охватывающий все стадии – от грамотного выбора площадки, до защиты наземных, подземных резервуаров, зданий по расфасовке горюче-смазочных материалов в тару стационарными системами пожаротушения, организации строгого контроля за режимом безопасности и охраны труда на предприятии.

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Основные опасные факторы, способствующие возникновению и развитию чрезвычайных ситуаций на данном производстве: паводковые наводнения; лесные и торфяные пожары; сильные¹ морозы (ниже -40°C); метели и снежные заносы; перекачивание опасных веществ создает опасность выброса большого количества вещества при аварийной разгерметизации системы; способность опасных веществ, при разгерметизации оборудования, создавать облако газовой смеси; воспламенение углеводородов от искр в электрических аппаратах; при наличии большого количества сварных и фланцевых соединений с дефектами создается более вероятная опасность разгерметизации системы.

Мероприятия по уменьшению опасного фактора связанного с воспламенением газового конденсата и его паров: все электрооборудование в пределах взрывоопасной зоны должно быть взрывозащищенным в соответствии с категорией и группой взрывоопасной смеси; все токоведущие части электрооборудования, а также оборудование, емкости, коммуникации, в которых возникают заряды статического электричества, должны быть заземлены; площадка налива должна быть оснащена средствами пожаротушения по перечню, согласованному с местными органами пожарного надзора [35].

С целью предотвращения разгерметизации резервуара должны выполняться требования по обеспечению надежности, механической (конструкционной) безопасности и долговечности согласно ГОСТ 31385-2016 [36].

При возникновении аварий эксплуатационный персонал, соответствующих перекачивающих, наливных станций, нефтебаз и структурных подразделений предприятий должен действовать в соответствии с планом ликвидации возможных аварий и аварийных утечек, разработанным заранее для каждого конкретного резервуарного парка. Планом должны определяться обязанности и порядок действия ответственных должностных лиц и персонала станций, нефтебаз, структурных подразделений предприятий, магистральных нефтепроводов, позволяющие более оперативно и организованно принять экстренные меры по предотвращению развития аварий, уменьшению истечения и разлива нефти, обеспечению безопасности станций, нефтебаз, соседних объектов и жилых поселков, защите окружающей среды, а также проведению ремонтных работ для обеспечения дальнейшей эксплуатации резервуарного парка [37].

В случае пролива нефтепродукта следует: остановить отпук нефтепродуктов; прекратить доступ на территорию резервуарного парка, эвакуировать находящихся на территории людей; не допускать источников возможного возгорания, удалить из зоны, граничащей с проливом нефтепродукта, легковоспламеняющиеся предметы; срочно засыпать место пролива песком (сорбентом), чтобы предотвратить дальнейшее распространение нефтепродукта по территории; не допускать стекания нефтепродукта в канализационные решетки, создавая преграды из песка; держать в готовности первичные средства пожаротушения; в случае угрозы возгорания разлитых нефтепродуктов сообщить в службу МЧС. Оператор товарный должен точно знать порядок проведения аварийных работ на рабочем месте, руководствуясь «Планом ликвидации аварий (ПЛА)». Все действия должны производиться только по указанию старшего по смене.

Выводы

В ходе выполнения задания по разделу «Социальная ответственность» были рассмотрены вредные и опасные производственные факторы, которые могут оказать влияние на организм человека на территории резервуарного парка. Был сделан вывод, что основной причиной загрязнения атмосферы рабочей зоны являются испарения легких фракций углеводородов, а наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией – разгерметизация резервуара с последующим разливом хранимой жидкости. Оператор резервуарного парка относится к электротехническому персоналу, в соответствии с ПТЭЭП имеет II группу по электробезопасности [38]. Категория работ оператора по уровню энергозатрат организма – IIб. Условия труда оператора охарактеризованы комплексом производственных факторов: присутствие в воздухе рабочей зоны вредных химических веществ, шум, вибрация, микроклимат, световая среда, тяжесть и напряженность трудового процесса. Общий класс условий труда оператора товарного соответствует вредному 3-му классу 1-й степени вредности. По взрывопожарной и пожарной опасности резервуарный парк относится к категории АН (повышенная взрывопожаро-опасность) [39]. Объект, оказывающий негативное значительное негативное воздействие на окружающую среду, относится к I категории [40].

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был проведен анализ литературных источников по статистическим данным причин возникновения аварий на предприятиях нефтедобывающей отрасли.

Проведен анализ чрезвычайных ситуаций на нефтедобывающих предприятиях. Анализ аварийных ситуаций, происходящих на территории резервуарных парков показал, что разгерметизация резервуаров происходит в 14% случаев от общего числа аварий.

Для оценки эффективности мероприятий по снижению вероятности разгерметизации резервуара были построены «дерево отказов» и «дерево событий». В результате построения деревьев была сформирована диаграмма «галстук-бабочка», где представлены мероприятия в качестве барьеров для снижения вероятности реализации события.

Методом экспертных оценок была оценена вероятность наступления событий, которые могли привести к разгерметизации резервуара. В результате были выявлены наиболее и наименее вероятные события, способные привести к чрезвычайной ситуации. По результатам экспертной оценки, наиболее вероятными событиями, которые привели к аварии являются: коррозионный износ, деформация конструкции в процессе функционирования производства, создание избыточного давления.

На основании результатов расчетов были предложены мероприятия, направленные на снижение вероятности разгерметизации резервуара. Методом экспертирования проведена оценка эффективности предложенных мероприятий. Расчет по оценке эффективности мероприятий показал, что целесообразно одновременное осуществление 3-х мероприятий для снижения уровня риска возникновения разгерметизации резервуара для рассматриваемого объекта: применение метода электрохимической защиты металла от коррозии, применение пенополиуретановой теплоизоляции, применение химико-механизированного способа зачистки резервуара.

Таким образом риск наступления чрезвычайной ситуации при выполнении всех требований безопасности и предложенных мероприятий снизился с 88% до 54%.

Список литературы

1. ГОСТ 1510-2022. Межгосударственный стандарт. Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение: дата введения 2023-01-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/350939601> (дата обращения 05.03.2023).
2. ГОСТ 30852.9-2002. Межгосударственный стандарт. Электрооборудование взрывозащищенное. Классификация взрывоопасных зон: дата введения 2014-02-15. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200103118> (дата обращения 05.03.2023).
3. СНиП 2.11.03-93. Строительные нормы и правила. Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы: дата введения 1993-07-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/871001020> (дата обращения 05.03.2022).
4. Российская Федерация. Законы. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон № 116-ФЗ : [принят Государственной Думой 20 июня 1997 года]. – Москва: 2023. – 44 с. – ISBN 978-5-905080-38-8.
5. Котляревский В.А., Шаталов А.А., Ханухов Х.М. Безопасность резервуаров и трубопроводов. – М.: Экономика и информатика, 2000. 549 с.
6. ГОСТ 12.1.007-76. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности: дата введения 1997-01-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200233> (дата обращения 05.03.2023).
7. Географическое положение Республики Саха (Якутия) и его уникальность / Е.Г. Егоров, Г.А. Пономарёва, Е.Н. Фёдорова. – Текст : электронный // Региональная экономика: теория и практика. – 2009. – №14 – С. 16-21. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12196936> (дата обращения 14.03.2023). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

8. СП 155.13130.2014. Свод правил. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности: дата введения 2014-01-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200108948> (дата обращения 05.03.2023).

9. Крупные разливы нефти и нефтепродуктов в России в 1994-2021 годах / – Текст : электронный // gia.ru : [сайт]. – 2021. – 11 авг. – URL: <https://21/20210811/razliv-1745316414.html> (дата обращения: 25.04.2023).

10. Воронин С.В. Анализ снижения пожарной опасности резервуарных парков / В. С. Воронин, И.Л. Скрипник, Е.Н. Кадочникова. – Текст: непосредственный // Научная статья. – 2018. – Т.1, №4 – С. 15-20.

11. Факторы и причины возникновения и развития аварий на объектах нефтепродуктообеспечения / А.В. Журавлев, С.Н. Холодова, Д.А. Рудиков. – Текст : электронный // Безопасность техногенных и природных систем. – 2019. – №1 – С. 28-32. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36961947> (дата обращения 25.04.2023). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

12. Анализ рисков возникновения чрезвычайных ситуаций на нефтебазах / В.В. Варнаков, Р.Н. Бердников. – Текст : электронный // MODERN SCIENCE. – 2019. – №5-3 – С. 208-211. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38250239> (дата обращения 25.04.2023). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

13. Хануков Х.М. Анализ причин аварий резервуаров, проектное, нормативное и техническое обеспечение их безопасной эксплуатации / Х.М. Хануков. – Текст: непосредственный // Новые решения конструкций, технологии сооружения и ремонта стальных резервуаров. – 2007. – С. 112-120.

14. Причинно-следственный анализ аварий вертикальных стальных резервуаров / О.Г. Кондрашова, М.Н. Назарова. – Текст : электронный // Электронный научный журнал нефтегазовое дело. – 2004. – №5-3 – С. 19. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38250239> (дата обращения 25.04.2023). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

15. Приказ Ростехнадзора от 29.06.2016 N 272 «Об утверждении Руководства по безопасности Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте- и газохимической промышленности» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru> (дата обращения 09.05.2023).

16. Pham, H. Safety and Risk Modeling and Its Applications, Springer Series in Reliability Engineering / H. Pham. – London, 2011. – 430 pp. – ISBN 978-0-85729-469-2.

17. Ярославцева, В.М. Теория и технология электрохимических методов защиты от коррозии / О. В. Ярославцева, В. М. Рудой, Н. И. Останин, Т. Н. Останина, А. А. Трофимов – Екатеринбург : Урал. Ун-та, 2016. – 96 с. – ISBN 978-5-7996-1754-7.

18. ГОСТ Р 58771-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Технологии оценки риска: дата введения 2020-03-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200170253> (дата обращения 25.04.2023).

19. Барьеры безопасности: понятие, классификация, концепции / И.С. Жуков. – Текст : электронный // Безопасность труда в промышленности. – 2017. – №5 – С. 49-56. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?edn=ymlhlt> (дата обращения 25.04.2023). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

20. Типовая инструкция по охране труда при эксплуатации резервуарных парков предприятий нефтепродуктообеспечения: (ТОИ Р-112-12-95): утверждена Министерством топлива и энергетики Российской Федерации от 04.07.1995: дата введения 01-08-1995. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003634> (дата обращения: 25.02.2023).

21. ГОСТ Р 58623-2019. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные. Правила технической эксплуатации: дата введения 2020-08-01.

[Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200169168> (дата обращения: 25.02.2023).

22. Министерство здравоохранения и социального развития российской федерации. Приказ от 9.12.2009 N 970н Об утверждении «Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам нефтяной промышленности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением»: Зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 27.01.2010. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902196442> (дата обращения: 25.02.2023).

23. Российская Федерация. Законы. О специальной оценке условий труда : Федеральный закон №426-ФЗ : [принят Государственной думой 23 декабря 2013 года]. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/499067392> (дата обращения 25.02.2023).

24. ГОСТ 12.2.03-91. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности: дата введения 1992-01-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901702428> (дата обращения: 25.02.2023).

25. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов: дата введения 1983-07-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> (дата обращения: 25.02.2023).

26. РД 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений: утверждена Главтехуправлением Минэнерго СССР 12.10.87. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003090> (дата обращения: 25.02.2023).

27. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Приказ от 15 декабря 2020 года N 534 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила

безопасности в нефтяной и газовой промышленности»: Зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 29.12.2020. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230594> (дата обращения: 25.02.2023).

28. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. Приказ от 16.11.2020 N 782н Об утверждении «Правил по охране труда при работе на высоте»: Зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 15.12.2020. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573114692> (дата обращения: 25.02.2023).

29. ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности: дата введения 2015-11-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения: 25.02.2023).

30. СанПин 2.2.2.540-96. Санитарные нормы и правила. Технологические процессы, сырьё, материалы и оборудование, рабочий инструмент. Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ: дата введения 1996-07-04. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9052762> (дата обращения: 25.02.2023).

31. Р 2.2.2006-05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: дата введения 2005-11-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200040973> (дата обращения: 25.02.2023).

32. Главный государственный санитарный врач российской федерации. Постановление от 28 января 2021 года N 2 Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»: Зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 29.01.2021. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 25.02.2023).

33. СП 52.13330.2016. Свод правил. Естественное и искусственное освещение: дата введения 2017-05-08. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения: 25.02.2023).

34. Кесельман Г. С. Защита окружающей среды при добыче, транспорте и хранении нефти и газа / Г. С. Кесельман, Э. А. Махмудбеков – М: Недра, 1981. – 256 с.

35. ГОСТ Р 58623-2019. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные. Правила технической эксплуатации: дата введения 2020-08-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200169168> (дата обращения: 25.02.2023).

36. ГОСТ 31385-2016. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия: дата введения 2017-03-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200138636> (дата обращения: 25.02.2023).

37. Правительство Российской Федерации. Постановление от 31.12.2020 N 2451 Об утверждении «Правил организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации, за исключением внутренних морских вод Российской Федерации и территориального моря Российской Федерации»: дата вступления в силу 2021-01-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573319208> (дата обращения: 25.02.2023).

38. Министерство энергетики Российской Федерации. Приказ от 12.08.2022 года N 811 Об утверждении «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии»: Зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 07.10.2022. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/351621634> (дата обращения: 25.02.2023).

39. СП 12.13130.2009. Свод правил. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной

опасности: дата вступления в силу 2009-05-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 25.02.2023).

40. Правительство Российской Федерации. Постановление от 31.12.2020 N 2398 Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий: дата вступления в силу 2021-01-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573319208> (дата обращения: 25.02.2023).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Опросный лист №1

Вам предложен опросный лист, состоящий из таблицы с описанием событий. Вам необходимо присвоить каждой ситуации вероятность, которую следует определить по представленной ниже шкале.

Описание: товарно-сырьевая база, в которой находится резервуар ёмкостным объёмом 20 000 м³, где хранится опасное вещество следующего вида: бензин, являющийся легковоспламеняющейся жидкостью.

Оценивать вероятность наступления события необходимо по пятибальной шкале, где:

- 1 балл – очень низкая, скорее всего не произойдет (вероятность наступления от 1 до 20%);
- 2 балла – низкая, маловероятно, что произойдет (вероятность наступления от 21 до 40%);
- 3 балла – средняя, вероятно, что произойдет (вероятность наступления от 41 до 60%);
- 4 балла – высокая, скорее всего, что произойдет (вероятность наступления от 61 до 80%);
- 5 баллов – очень высокая, произойдет раньше, чем ожидается (вероятность наступления свыше 80%)

Таблица 1. – Иницирующие факторы и события

№	Событие/фактор	Балл
1	Разгерметизация по причине заводского дефекта (недостаточная толщина стенок резервуара: не обнаружение дефекта при монтаже)	
2	Разгерметизация по причине заводского дефекта (недостаточная толщина стенок резервуара: не проводилась ЭПБ после транспортировки)	
3	Разгерметизация по причине заводского дефекта (брак сварных швов: большая скорость сварки)	
4	Разгерметизация по причине заводского дефекта (брак сварных швов: неправильное выполнение конечного участка шва)	
5	Разгерметизация по причине заводского дефекта (брак сварных швов: обрыв дуги)	

6	Разгерметизация по причине неудовлетворительного контроля состояния объекта (недобросовестная работа специалиста при проведении ЭПБ)	
7	Разгерметизация по причине неудовлетворительного контроля состояния объекта (недостаточная квалифицированность специалиста при проведении ЭПБ)	
8	Разгерметизация по причине неудовлетворительного контроля состояния объекта (несвоевременное проведение ЭПБ)	
9	Разгерметизация по причине неудовлетворительного контроля состояния объекта (нежелание исправлять выявленные дефекты в целях экономии)	
10	Разгерметизация вследствие коррозионных процессов (высокая коррозионная активность грунта)	
11	Разгерметизация вследствие коррозионных процессов (неудовлетворительная просушка гидравлических испытаний)	
12	Разгерметизация вследствие коррозионных процессов (коррозионное воздействие хранимой жидкости)	
13	Разгерметизация вследствие коррозионных процессов (отсутствие лакокрасочного покрытия)	
14	Разгерметизация по причине повышенной температуры резервуара (внешний источник нагрева)	
15	Разгерметизация по причине избыточного заполнения резервуара (отказ аварийного вентиля)	
16	Разгерметизация по причине избыточного заполнения резервуара (отказ предохранительных клапанов)	
17	Разгерметизация вследствие повышения контрольного уровня (отказ запорной арматуры)	
18	Разгерметизация по причине повышения контрольного уровня (ошибка оператора)	
19	Разгерметизация вследствие повышения контрольного уровня (отказ контрольной аппаратуры)	
20	Разгерметизация в результате эксплуатационного отказа (деформация конструкции: трещины, неравномерная осадка основания, вмятины корпуса)	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Опросный лист №2

Вам предложен опросный лист, состоящий из таблицы с описанием событий. Вам необходимо присвоить каждой ситуации вероятность, которую следует определить по представленной ниже шкале.

Описание: товарно-сырьевая база, в которой находится резервуар ёмкостным объёмом 20 000 м³, где хранится опасное вещество следующего вида: бензин, являющийся легковоспламеняющейся жидкостью.

Оценивать вероятность наступления события необходимо по пятибалльной шкале, после внедрения мероприятий, где:

- 1 балл – очень низкая, скорее всего не произойдет (вероятность наступления от 1 до 20%);
- 2 балла – низкая, маловероятно, что произойдет (вероятность наступления от 21 до 40%);
- 3 балла – средняя, вероятно, что произойдет (вероятность наступления от 41 до 60%);
- 4 балла – высокая, скорее всего, что произойдет (вероятность наступления от 61 до 80%);
- 5 баллов – очень высокая, произойдет раньше, чем ожидается (вероятность наступления свыше 80%)

Таблица 2. Иницирующие факторы и события с учетом мероприятий

№	Событие/фактор	Мероприятия	Балл
1	Разгерметизация по причине некачественного монтажа	1.Соблюдение требований при проведении монтажных работ.	
2	Разгерметизация вследствие неудовлетворительного состояния объекта	1.Своевременное проведение технического обслуживания и проведение ЭПБ.	
3	Разгерметизация вследствие коррозионных процессов	1.Использование антикоррозионного ЛКП. 2.Электрохимическая защита металлических объектов.	
4	Разгерметизация по причине повышения температуры резервуара	1.Контроль и соблюдение температурного режима.	

		2.Применение пенополиуретановой теплоизоляции.	
5	Разгерметизация вследствие избыточного заполнения резервуара	1.Осуществление постоянного контроля за уровнем жидкости.	
6	Разгерметизация по причине отказа технологического оборудования	1.Осуществление постоянного контроля за состоянием и исправностью технического оборудования, контрольно-измерительных приборов, предохранительных клапанов. 2.Соблюдение технологической дисциплины и повышение квалификации персонала.	
7	Разгерметизация вследствие износа резервуара в процессе эксплуатации	1.Проведение периодических технических обслуживаний текущих ремонтов, технических освидетельствований резервуаров. 2.Применение химико-механизированного способа отчистки резервуара.	