

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 20.04.01 «Техносферная безопасность»
Отделение контроля и диагностики

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка паспорта безопасности нефтяного месторождения

УДК 553.982–027.45:002.66

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ71	Вержбицкий Евгений Вениаминович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин Александр Иванович	д.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фадеева Вера Николаевна	к.филос.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Перминов В.А.	д.ф.–м.н.		

Томск – 2019 г

**Результаты освоения образовательной программы по
направлению 20.04.01 Техносферная безопасность**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	1. Использовать на основе глубоких и принципиальных знаний необходимое оборудование, инструменты, технологии, методы и средства обеспечения безопасности человека и окружающей среды от техногенных и антропогенных воздействий в условиях жестких экономических, экологических, социальных и других ограничений	Требования ФГОС (ПК-3–7; ОПК-1–3, 5; ОК-4–6) ¹ , Критерий 5 АИОР ² (пп.5.2.1, 5.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	2. Проводить инновационные инженерные исследования опасных природных и техногенных процессов и систем защиты от них, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности с применением глубоких и принципиальных знаний и оригинальных методов в области современных информационных технологий, современной измерительной техники и методов измерения.	Требования ФГОС (ПК-8–13; ОПК-1–3, 5; ОК-4, 9, 10, 11, 12), критерии АИОР Критерий 5 АИОР (пп. 5.2.2, 5.2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	3. Организовывать и руководить деятельностью подразделений по защите среды обитания и безопасному размещению и применению технических средств в регионах, осуществлять взаимодействие с государственными службами в области экологической, производственной, пожарной безопасности, защиты в чрезвычайных ситуациях, находить и принимать управленческие решения с соблюдением профессиональной этики и норм ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов в области техносферной безопасности	Требования ФГОС (ПК-4, 6, 14–18; ОПК-1–5; ОК-1, 7, 8), Критерий 5 АИОР (пп.5.2.5, 5.3.1–2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	4. Организовывать мониторинг в техносфере, составлять краткосрочные и долгосрочные прогнозы развития ситуации на основе его результатов с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в	Требования ФГОС (ПК-2, 19, 21, 22; ОПК-1–5; ОК-2), Критерий 5 АИОР (п.5.2.5), согласованный с требованиями

¹ Указаны коды компетенций по ФГОС ВО (направление 20.04.01 – Техносферная безопасность).

² Критерии АИОР (Ассоциации инженерного образования России) согласованы с требованиями международных стандартов *EUR-ACE* и *FEANI*

	условиях неопределенности, анализировать и оценивать потенциальную опасность объектов экономики для человека и среды обитания и разрабатывать рекомендации по повышению уровня безопасности	международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	5. Проводить экспертизу безопасности и экологичности технических проектов, производств, промышленных предприятий и территориально-производственных комплексов, аудит систем безопасности, осуществлять мероприятия по надзору и контролю на объекте экономики, территории в соответствии с действующей нормативно-правовой базой	Требования ФГОС (ПК-20, 23–25; ОПК-1–3, 5), Критерий 5 АИОР (пп.5.2.5–6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P6	6. Работать в интернациональной профессиональной среде, включая разработку документации, презентацию и защиту результатов инновационной инженерной деятельности с использованием иностранного языка	Требования ФГОС (ОК-5, 6, 10–12; ОПК-3), Критерий 5 АИОР (п.5.3.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P7	7. Эффективно работать индивидуально, а также в качестве руководителя группы с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области техносферной безопасности, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам, понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1-3, 5, 8, 11, 12, ОПК 1-4, ПК-18) Критерий 5 АИОР (пп.5.3.3–6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

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 20.04.01 «Техносферная безопасность»
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
20.04.01 Техносферная безопасность
_____ В.А. Перминов

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ71	Вержбицкому Евгению Вениаминовичу

Тема работы:

Анализ пожарных рисков при эксплуатации технологического трубопровода
топливного газа

Утверждена приказом директора (дата, номер)

21.11.2018 № 10395/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

07.06.2019 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Целью данной работы является разработка разделов паспорта безопасности опасного производственного объекта для установки подготовки нефти (УПН) на нефтяном месторождении.
Объектом исследования является установка подготовки нефти.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи

– изучить нормативные требования по составлению паспорта безопасности опасного производственного объекта;

исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	<ul style="list-style-type: none">– ознакомиться с методическими указаниями по расчету зон поражающих факторов и полей потенциального риска;– произвести расчет рисков и анализ опасностей;– подготовить ситуационный план технологической площадки УПН с построенными зонами поражающих факторов и потенциального риска;– предложить план мероприятий по локализации, ликвидации и последствий аварии.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	К.ф.н., доцент ОСТН, ШБИП Фадеева Вера Николаевна
Социальная ответственность	Старший преподаватель ООД, ШБИП Гуляев Милий Всеволодович
Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке	Старший преподаватель ОИЯ Ажель Юлия Петровна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
1. Литературный обзор (Literature review) 1 раздела	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	04.02.2019г.

Задание выдал руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин Александр Иванович	д.т.н.		04.02.2019г.

Задание принял к исполнению студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ71	Вержбицкий Евгений Вениаминович		04.02.2019г.

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 20.04.01 Техносферная безопасность
 Уровень образования магистратура
 Отделение контроля и диагностики
 Период выполнения весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

магистерская диссертация

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	27.05.2019г.
--	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела(модуля)
11.03.2019 г.	Сбор сведений и проведение анализа для разработки раздела «Теоретическая часть»	20
25.03.2019 г.	Разработка раздела «Теоретическая часть»	10
08.04.2019 г.	Сбор сведений и разработка раздела «Практическая часть»	25
22.04.2019 г.	Разработка раздела магистерской диссертации на иностранном языке	15
10.05.2019 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
27.05.2019 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин Александр Иванович	д.т.н.		04.02.2019г.

Согласовано

Руководитель ОПП 20.04.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Перминов Валерий Афанасьевич	д.ф.-м.н.		04.02.2019г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ71	Вержбицкому Евгению Вениаминовичу

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования.	Объектом исследования является разработка разделов паспорта безопасности нефтяного месторождения на установке подготовки нефти. Область применения – СОУТ рабочего места оператора товарного блока резервуарного парка на установке подготовки нефти.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность	<p>Проанализировать потенциально возможные вредные и опасные факторы, действующие на оператора товарного блока резервуарного парка на установке УПН:</p> <ul style="list-style-type: none"> – неудовлетворительное состояние воздушной среды; – повышенный уровень вибрации; – неудовлетворительный микроклимат; – повышенный уровень шума; – неудовлетворительное освещение; – тяжесть трудового процесса; – поражение электрическим током; – предлагаемые средства защиты; – разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов.
3. Экологическая безопасность	<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на литосферу, атмосферу, гидросферу; – решение по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> – анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий; – пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ71	Вержбицкий Евгений Вениаминович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ71	Вержбицкому Евгению Вениаминовичу

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Техносферная безопасность

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Данные о стоимости материальных затрат, тарифах заработной платы исполнителей, коэффициенты для расчета заработных плат исполнителей, для расчета отчислений на социальные нужды, премиальные, районные. Данные о затратах для расчета риска на объекте исследования по Методике определения расчетных величин пожарного риска (Приказ 404 МЧС России от 10.07.2009 г)
2. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка потенциальных потребителей исследования, SWOT-анализ, анализ конкурентных технических решений.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости работы, расчет бюджета

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей
2. Временные показатели проведения научного исследования
3. График проведения НИ
4. Материальные затраты
5. Расчет основной заработной платы
6. Отчисления во внебюджетные фонды
7. Бюджет НИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фадеева Вера Николаевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ71	Вержбицкий Евгений Вениаминович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 146 с., 20 рис., 51 табл., 50 источников, 3 прил.

Объект исследования: блоки резервуарного парка РВС и нефтегазовых сепараторов НГСВ на установке подготовки нефти.

Цель работы: разработка разделов паспорта безопасности опасного производственного объекта для установки подготовки нефти (УПН) на нефтяном месторождении.

Разработаны разделы паспорта безопасности опасного производственного объекта для установки подготовки нефти на нефтяном месторождении. Определены радиусы поражения при развитии ЧС в виде позднего взрыва на блоках РВС и НГСВ.

СОКРАЩЕНИЯ

БКНС – блочная кустовая насосная станция;

ВУВ – воздушная ударная волна;

Г – горения пролива;

ГГ – горючий газ;

ГКС – газокompрессорная станция;

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика;

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость;

НГСВ – нефтегазовый сепаратор со сбросом пластовой воды;

НКПР – нижний концентрационный предел распространения пламени;

НРС – наибольшая работающая смена;

ОПО – опасный производственный объект;

ПБ – паспорт безопасности;

ПВ – поздний взрыв;

ПГ – природный газ;

ПНВ – подпорная насосная станция перекачки воды;

ПНГ –попутный нефтяной газ;

ППД – система поддержания пластового давления воды;

РВ – ранний взрыв;

РВС – резервуар стальной вертикальный;

ТВС – топливовоздушная смесь;

УПГ – установка подготовки газа;

УПН – установка подготовки нефти;

ЦПС – центральный пункт сбора.

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Приказ МЧС № 506 от 4.11.2004 «Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта».

Приказ МЧС от 10.07.2009 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».

Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 г. №144 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах».

ГОСТ 12.3.047–2012 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов».

СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».

Федеральный закон от 20.06.1997 г. №116–ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123–ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание	13
Введение	16
1. Разработка паспорт безопасности для объекта нефтяного месторождения	17
1.1. Структура паспорта безопасности ОПО	17
1.2. Общая характеристика исследуемой площадки подготовки нефти и газа на нефтяном месторождении	19
1.2.1. Установка подготовки нефти. Параметры, количество вещества	19
1.2.2. Установка подготовки газа. Параметры, количество вещества	22
1.2.3. Газокомпрессорная станция. Параметры, количество вещества ..	23
1.3. Обоснование выбора объекта исследования	26
2. Определение цели исследования.....	28
3. Расчет зон поражающих факторов.....	29
3.1. Описание методологии оценки пожарного риска площадки УПН	29
3.2. Перечень исходных данных площадки УПН	30
3.3. Анализ пожарной опасности УПН	30
3.4. Определение частот реализации пожароопасных ситуаций	35
3.5. Построение радиусов опасных поражающих факторов взрывов и пожара для различных сценариев их развития	37
3.6. Оценка последствий влияния опасных факторов взрыва и пожара пролива на персонал при различных сценариях развития.....	42
3.7. Расчет показателей потенциального риска и индивидуального риска на установке подготовки нефти.....	47
3.8. Уточнение результатов потенциального риска и индивидуального риска на площадке УПН.....	49
3.9. Ситуационный план площадки УПН с указанием зон поражающих факторов.....	54
4. Разработка мероприятий по предупреждению, локализации и ликвидации ЧС	55
4.1. Технические мероприятия, направленные на уменьшение риска ЧС на площадке УПН	55
4.2. Мероприятия по противодействию терроризму и постороннему вмешательству в деятельность объекта	65
5. Социальная ответственность	66
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. ..	67

5.2. Производственная безопасность	68
5.2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.....	70
5.2.2. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	71
5.3. Экологическая безопасность	77
5.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду ...	77
5.3.2. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду .	78
5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	79
5.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований	79
5.4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте проведения исследований.	81
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	85
6.1. Предпроектный анализ	85
6.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования	85
6.1.2. Анализ конкурентных технических решений	85
6.1.3. SWOT-анализ.....	87
6.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	88
6.1.5. Выбор метода коммерциализации научно-технического исследования	91
6.2. Инициация проекта	92
6.2.1. Цели и результаты создания	93
6.2.2. Организационная структура проекта	94
6.2.3. Ограничения в выполнении расчета пожарного риска	95
6.3. Планирование научно-исследовательских работ	95
6.3.1. Структура работ в рамках научного исследования	95
6.3.2. Разработка графика проведения научного исследования	97
6.3.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	102
6.3.4. Основная заработная плата исполнителей темы.....	102
6.3.5. Дополнительная заработная плата	104
6.3.6. Отчисления на социальные нужды.....	105
6.3.7. Накладные расходы.....	105
6.3.8. Оценка сравнительной эффективности исследования	107
Заключение	112

Список литературы	114
Приложение А	119
Приложение Б.....	130
Приложение В	144

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время нефтедобывающая промышленность является одним из приоритетных направлений развития Российской Федерации. Обеспечение безопасной эксплуатации нефтяных объектов представляет собой важный этап производственного процесса. Разработка паспорта безопасности опасного производственного объекта (далее – ОПО) производится в обязательном порядке для объектов, использующих, производящих, перерабатывающих, хранящих или транспортируемых пожаровзрывоопасные вещества. Данный документ содержит в себе анализ пожарного риска, сведения о готовности объекта к ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) и разработанные меры безопасности по их предотвращению.

Целью данной работы является разработка разделов паспорта безопасности опасного производственного объекта для установки подготовки нефти (УПН) на нефтяном месторождении.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- изучить нормативные требования по составлению паспорта безопасности опасного производственного объекта;
- ознакомиться с методическими указаниями по расчету зон поражающих факторов и полей потенциального риска;
- произвести расчет рисков и анализ опасностей;
- подготовить ситуационный план технологической площадки УПН с построенными зонами поражающих факторов и потенциального риска;
- предложить план мероприятий по локализации, ликвидации и последствий аварии.

В качестве объекта исследования выбрана проектируемая установка подготовки нефти на нефтяном месторождении.

1. РАЗРАБОТКА ПАСПОРТ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ОБЪЕКТА НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

1.1. Структура паспорта безопасности ОПО

Паспорт безопасности – это информационно-справочный документ, который содержит сведения о готовности опасного объекта и его персонала к локализации, ликвидации и минимизации негативных последствий ЧС, о разработанных и реализованных мерах по их предотвращению.

Главной целью разработки паспорта безопасности ОПО является определение критериев риска ЧС для персонала, работающего на объекте, и населения, проживающего вблизи, определение вероятных возникновения ЧС на объекте, оценка возможных последствий ЧС на объекте, оценка наиболее вероятного негативного воздействия ЧС, возникших на близлежащих ОПО, разработка плана мероприятий по снижению и предотвращению риска, а также снижению уровня воздействия опасных ситуаций на исследуемом объекте.

Представленный документ (паспорт безопасности) необходим для объектов производящих, эксплуатирующих, перерабатывающих, хранящих или транспортирующих радиоактивные, пожаровзрывоопасные, опасные химические вещества, которые создают реальную угрозу возникновения чрезвычайной ситуации, т.е. на все классы ОПО. [1]

Разработка паспорта безопасности ОПО производится для решения следующих задач:

- определения критериев степени риска ЧС для рабочего персонала опасного производственного объекта и проживающего вблизи населения;
- определения вероятности возникновения ЧС на опасном производственном объекте;
- оценки возможных последствий ЧС на ОПО;

- оценки возможного воздействия ЧС, оказавшего негативное влияние на соседние опасные объекты;
- оценки состояния работ по предотвращению и готовности к эффективной ликвидации ЧС на опасном производственном объекте;
- разработки плана мероприятий по снижению риска и минимизации последствий ЧС на ОПО. [1]

Паспорт безопасности ОПО предписано составлять на начало января текущего года и дополнять (вносить коррективы) по мере надобности, с добавлением актуальных нововведений и корректировок во все экземпляры. Актуализация и редакция документа производится ежегодно.

ПБ ОПО необходимо разрабатывать в количестве двух экземпляров периодически каждые 5 лет, а также при смене сферы деятельности организации, реконструкции, улучшении производственных процессов объекта. Один из экземпляров паспорта безопасности утверждается Главным управлением МЧС России по месту расположения объекта и хранится на территории объекта, второй экземпляр передается в Главное управление МЧС России по месту расположения объекта.

Руководство предприятия несет ответственность за организацию разработки паспорта безопасности опасного объекта. При реализации документа необходимо следовать предписаниям основных разделов типового паспорта безопасности [1]:

- «Общая характеристика опасного объекта»;
- «Показатели степени риска чрезвычайных ситуаций»;
- «Характеристики аварийности и травматизма»;
- «Характеристика организационно-технических мероприятий, обеспечивающих безопасность объекта и готовность к ликвидации чрезвычайных ситуаций»;
- ситуационный план.

1.2. Общая характеристика исследуемой площадки подготовки нефти и газа на нефтяном месторождении

Основная производственная деятельность эксплуатирующей организации – добыча, подготовка и очистка сырой нефти и попутного природного газа до параметров товарного качества. Месторождение представляет собой проектируемую территорию под строительство технологических площадок. При запуске кустовых буровых установок проектной документацией предусматривается наличие установки подготовки нефти, подготовки газа (УПГ) и газокompрессорной станции (ГКС). Данный комплекс обеспечивает последовательную очистку нефти и попутного природного газа от пластовой воды и механических примесей. Производит подготовку нефти и природного газа до параметров товарного качества.

1.2.1. Установка подготовки нефти. Параметры, количество вещества

Исследуемый объект (УПН) является опасным производственным объектом (ОПО). После ввода ОПО в эксплуатацию, он подлежит обязательной регистрации в государственном реестре опасных производственных объектов. Установка подготовки нефти согласно приложению 2 [5] относится к I классу опасности.

Технологические сооружения УПН предназначены для обеспечения:

- непрерывного приема продукции скважин, подготовки нефти.
- приема стабильного газового конденсата;
- подачи товарной нефти на площадку автоцистерны (автоматический налив);
- очистки газа первой ступени сепарации от капельной жидкости, подачи газа первой ступени и компримированного газа низкого давления на газокompрессорную станцию (далее ГКС) нефтегазового месторождения;

- сбора и подачи паров нефти от резервуаров на компрессорные установки с последующим компримированием до давления второй ступени сепарации;
- подачи газа на технологические нужды УПН;
- измерения количества нефти, газа, воды по каждому направлению;
- подачи смеси пластовой, а также очищенных производственно-дождевых стоков, очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод подпорными насосами ПНВ для дальнейшей транспортировки на вход основных насосов блочной кустовой насосной станции (БКНС);
- подачи очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод на БКНС для закачки в систему поддержания пластового давления (ППД).

Подготовка нефти и газа подразумевает наличие и функционирование следующих технологических сооружений на территории УПН:

- нефтегазовые сепараторы (НГС);
- нефтегазовые сепараторы со сбросом воды (НГСВ);
- установка факельная низкого давления;
- площадки печей;
- площадка компрессорных установок;
- резервуарный парк (РВС);
- система дренажных емкостей;
- блоки дозирования деэмульгатора и ингибиторов;
- система измерения количества и показателей качества нефти;
- пункт отпуска нефти.
- вспомогательные сооружения (мастерская со складом, операторная, склады баллонов с газом и химреагента и др.).

Протяженность территории, занимаемая УПН в пределах ограждения, составляет 460х520 м.

Нормативная санитарно-защитная зона для УПН составляет 1000 м на основании [7]. Охранной зоной является вся территория месторождения.

В пределах санитарно-защитной зоны запрещено строительство жилых зданий и сооружений, объектов культурно-бытового назначения, размещения водозаборов питьевого назначения и системы питьевого водопровода. Населенные пункты в непосредственной близости объекта отсутствуют.

Наибольшая работающая смена (НРС), обслуживающая цех подготовки и перекачки нефти на УПН, составляет 24 человека. Итого на площадке подготовки нефти насчитывается 165 работников.

Газы, выделяющиеся в процессе сепарации и транспорта газожидкостной смеси, являются горючими и способны при утечках образовывать с воздухом взрывоопасные смеси.

Количество веществ, обрабатываемых на объекте:

- нефть;
- попутный нефтяной газ (ПНГ);
- конденсат газовый;
- химреагенты (деэмульгатор, ингибитор коррозии, ингибитор солеотложений, поглотитель кислорода);
- азот – пожаробезопасная группа;
- пропан;
- дизельное топливо (ДТ).

Общее количество опасных веществ, в обороте УПН включает в себя:

- горючие газы, ГГ (ПНГ+пропан) – 25,66 т;
- легковоспламеняющиеся жидкости, ЛВЖ (нефть, конденсат газовый, химреагенты, дизельное топливо) – 21956,21 т.

Установка подготовки нефти согласно Приложению 2 № 116–ФЗ по общему количеству ЛВЖ относится к I классу опасности.

1.2.2. Установка подготовки газа. Параметры, количество вещества

Установка подготовки нефти тесно связана с установкой подготовки газа (УПГ). Поэтому проектной документацией предусмотрено строительство УПГ нефтегазового месторождения, включающей в себя две технологические линии:

- технологическая линия высокого давления (линия ВД);
- технологическая линия низкого давления (линия НД).

Сооружения УПГ предназначены для сепарации природного газа кустовых площадок нефтегазового месторождения от жидкостных пробок, капельной жидкости и механических примесей с дальнейшей подачей газа на газокompрессорную станцию нефтегазового месторождения.

На площадке ГКС месторождения предусмотрены такие технологические сооружения:

- факельная установка (УФ);
- факельный сепаратор (ФС);
- емкость для сбора конденсата (Е);
- компрессорная станция воздуха (КИПиА);
- вспомогательные сооружения (операторная, слесарная мастерская, склад отапливаемый, сварочный пост и др.).

Технологические сооружения УПГ предназначены для обеспечения:

- непрерывного приема и учета природного газа с площадок кустов газовых скважин нефтегазового месторождения;
- сепарации сырого (пластового) газа от жидкостных пробок, капельной жидкости и механических примесей;
- оперативного учета природного газа с подачей на площадку ГКС с целью дальнейшей подготовки газа;
- продувки входных шлейфов на горизонтальной факельной установке ГФУ, расположенной на площадке УПГ;

- подачи водометанольной смеси (ВМС) с площадки УПГ на площадку ГКС;
- сжигания ВМС с площадки ГКС, УПГ на горизонтальной факельной установке ГФУ, расположенной на площадке УПГ;
- выработки инертного газа (технического азота) на нужды объектов УПГ и ГКС;
- хранения воздуха КИПиА на нужды УПГ (на питание пневмоприводов регулирующей, запорно-регулирующей и отсечной арматуры);
- приема и хранения ингибитора гидратообразования, керосина; внутреннюю перекачку ингибитора гидратообразования, керосина, а также внешнюю перекачку ингибитора гидратообразования на нужды УПГ и ГКС.

Протяженность территории площадки УПГ (в пределах ограждения) составляет 370х170 м.

Размер санитарно-защитной зоны для УПГ принят 1000 м. Границу запретной зоны определяет периметр ограждения территории газокompрессорной станции.

1.2.3. Газокompрессорная станция. Параметры, количество вещества

Подготовленный газ с площадки УПГ поступает на газокompрессорную станцию ГКС, основным назначением которой является компримирование попутного нефтяного газа (ПНГ), поступающего с УПН и природного газа, поступающего с УПГ нефтегазового месторождения, для дальнейшей транспортировки по газопроводу до центрального пункта сбора (ЦПС) промысла.

Целевым продуктом ГКС является газ, скомпримированный и подогретый до параметров, достаточных для его транспортировки до ЦПС месторождения.

Технологическая схема включает в себя следующие основные стадии:

- сепарация газа;
- компримирование газа;
- низкотемпературная сепарация;
- подогрев газа;
- сбор и откачка конденсата.

Для обеспечения работоспособности технологической схемы предусматриваются:

- установка получения воздуха;
- факельная установка;
- аварийная дизельная электростанция;
- установка подготовки топливного газа;
- маслопункт;
- установка дозирования химреагента (метанола).

Технологический процесс компримирования газа представляет собой непрерывный автоматизированный процесс, управление которым осуществляется из операторной. Оперативно-техническое обслуживание и мелкий ремонт осуществляются персоналом цеха подготовки и компримирования газа УПГ и ГКС. Основные работы, требующие привлечения дополнительного персонала, приходятся на периоды остановки станции (один раз в год в летний период) на ремонт оборудования.

Общая площадь площадки ГКС в ограждении составляет 2,5 га.

Сооружения площадки УПГ нефтегазового месторождения обслуживаются персоналом цеха подготовки и компримирования газа УПГ и ГКС, расположенного на территории площадки ГКС. Общая численность работников цеха – 139 человек, а НРС состоит из 43 сотрудников.

На площадках УПГ и ГКС, обращаются следующие опасные вещества:

- попутный нефтяной газ (ПНГ);
- природный газ (ПГ);

- конденсат газовый;
- химреагент (ингибитор коррозии, ингибитор гидратообразования);
- керосин;
- дизельное топливо;
- метанол;
- моторное масло для дизельной электростанции.

Общее количество опасных веществ, в обороте УПГ выражается следующим образом:

- горючие газы, ГГ (ПНГ+ПГ) – 8,83 т;
- легковоспламеняющиеся жидкости, ЛВЖ (керосин, дизельное топливо, метанол) – 134,49 т;
- горючие жидкости, ГЖ (моторное масло) – 26,24 т.

Общее количество опасных веществ, в обороте ГКС включает в себя:

- горючие газы (ПНГ+ПГ) – 1,48 т;
- легковоспламеняющиеся жидкости, ЛВЖ (керосин, дизельное топливо, метанол) – 6,8 т;
- горючие жидкости, ГЖ (моторное масло) – 16,4 т.

На основании примечания 3 приложения 2 № 116–ФЗ, так как расстояние между УПГ и ГКС составляет менее чем 500 м, учитывается суммарное количество опасных веществ одного вида.

Суммарное количество веществ на УПГ и ГКС составляет:

- горючие газы (ПНГ+ПГ) – 10,31 т;
- легковоспламеняющиеся жидкости, ЛВЖ (керосин, дизельное топливо, метанол) – 141,29 т;
- горючие жидкости, ГЖ (моторное масло) – 42,64 т.

Суммарное количество опасного вещества на площадках УПГ и ГКС составляет менее 200 т, что согласно таблице 2 №116–ФЗ подтверждает III класс опасности объекта.

1.3. Обоснование выбора объекта исследования

На основании представленного количества ОВ, находящегося в технологическом процессе подготовки и очистки нефти, объектом исследования была выбрана установка подготовки нефти. Наибольшее количество ОВ (21,96 т – нефти) обращается на блоке резервуарного парка РВС–10000. Предполагается, что авария на данном блоке может иметь наибольшие поражающие параметры. На этом основании проводится расчет опасных сценариев развития ЧС на блоке резервуарного парка товарной нефти РВС–10000.

Согласно схеме движения технологических потоков по основным технологическим блокам на площадке УПН представленной на рисунке 1.2.1, первичным блоком очистки нефти является блок нефтегазовых сепараторов со сбросом воды НГСВ. Данные сепараторы необходимы для дегидратации, обессоливания нефтяной эмульсии, а также отделения газовой фазы. По причине того, что сырая нефть, может иметь высокий показатель обводненности, порядка 80%, также содержит в себе взвесь механических примесей. Парафиновые и абразивные отложения внутри сепараторов первичного этапа очистки негативно влияют на оборудование, повышая износ аппарата. Тем самым, сепараторы нуждаются в наиболее частом техническом обслуживании, чем иные технологические блоки на УПН. Т.о. к рассмотрению был принят блок сепараторов НГСВ как место развития наиболее вероятного сценария развития ЧС.

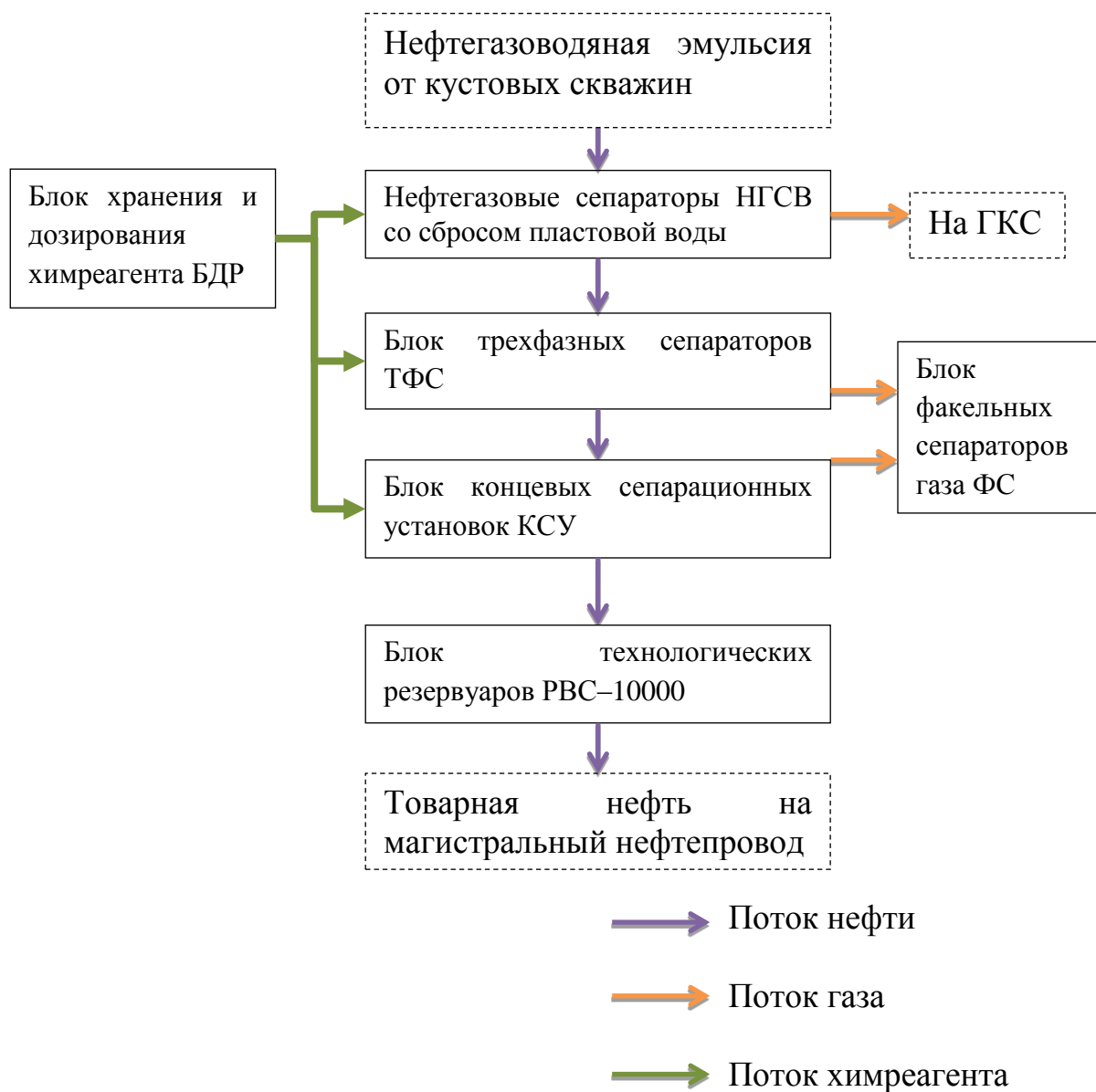


Рисунок 1.2.1. – Блок-схема технологических потоков УПН

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью данной работы является разработка разделов паспорта безопасности опасного производственного объекта для установки подготовки нефти (УПН) на нефтяном месторождении.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- изучить нормативные требования по составлению паспорта безопасности опасного производственного объекта;
- ознакомиться с методическими указаниями по расчету зон поражающих факторов и полей потенциального риска;
- произвести расчет рисков и анализ опасностей;
- подготовить ситуационный план технологической площадки УПН с построенными зонами поражающих факторов и потенциального риска;
- предложить план мероприятий по локализации, ликвидации и последствий аварии.

В формате исследования выбрана проектируемая установка подготовки нефти на нефтяном месторождении. В качестве источника наиболее опасного сценария развития ЧС был выбран блок резервуарного парка РВС–10000. В качестве источника наиболее вероятного сценария развития ЧС рассматривается блок сепараторов первичной очистки НГСВ.

3. РАСЧЕТ ЗОН ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ

3.1. Описание методологии оценки пожарного риска площадки УПН

Расчет пожарного и потенциального рисков объекта является основным результатом работы по составлению паспорта безопасности ОПО. Проведение вычислений описывается в соответствии с действующими методическими указаниями. Одним из них является Приказ МЧС от 10.07.2009 г. №404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» [2]. Текущее методическое указание позволяет произвести расчет количества опасного вещества, площади его разлива при реализации опасного события и просчитать расстояния влияния поражающих факторов.

Для получения наиболее точных показателей потенциального риска используется методика, утвержденная Приказом Ростехнадзора от 11.04.2016 г. №144 «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» [3]. Вышеуказанный документ регламентирует проведение вычислений пробит-функций и показателей потенциального риска на рассматриваемой площадке.

Для проведения вычислений радиусов поражающих факторов при раннем взрыве (РВ), позднем взрыве (ПВ), горении пролива (Г) и зон низкого концентрационного предела (далее – НКПР) применяется программно-вычислительный комплекс «ТОКСИ+». Предназначенный для проведения расчетов аварий на ОПО, ТОКСИ+ может использоваться при разработке деклараций промышленной безопасности ОПО, экспертизе промышленной безопасности, разработке мероприятий по защите персонала и населения, планов локализации и ликвидации аварий, проектировании ОПО.

Интерфейс программы и внесенные показатели расчета представлены в Приложении Б данного документа.

3.2. Перечень исходных данных площадки УПН

Рассматриваемое месторождение располагается на территории Западно-Сибирской равнины и представляет собой плоско-всхолмленную заболоченную местность в зоне многолетней мерзлоты. Климат резко континентальный, характеризующийся холодной продолжительной зимой и теплым летом. Климатическая характеристика района, рассматривается по ближайшей метеостанции, расчетная абсолютная температура воздуха принимается равной $+35^{\circ}\text{C}$ [6]. Скорость движения воздуха меньше $0,2 \text{ м/с}$, принимается состояние штиля.

В качестве расчетных блоков рассматриваются блок резервуаров РВС–10000 и блок сепараторов первичной очистки нефти НГСВ.

Резервуарный парк РВС–10000 состоит из 4 резервуаров объемом 10000 м^3 каждый (высота стенки $11,92 \text{ м}$, внутренний диаметр $34,2 \text{ м}$). Объем нефти с учетом высоты налива ($10,5 \text{ м}$) составляет 9640 м^3 . Резервуарный парк оснащен обвалованием, площадь которого составляет 7584 м^2 . Диаметр подводящего трубопровода 400 мм , длина 100 м . Расход нефти $q=0,2 \text{ м}^3/\text{с}$.

НГСВ имеет объем 100 м^3 . Объем резервуара с учетом коэффициента заполнения ($\epsilon=0,7$) равен $V_{\text{ап}}=70 \text{ м}^3$, расход по жидкости $q_1=280 \text{ м}^3/\text{ч}=0,078 \text{ м}^3/\text{с}$; $q_2=34100 \text{ м}^3/\text{ч}=9,47 \text{ м}^3/\text{с}$; давление в аппарате 1 Мпа .

3.3. Анализ пожарной опасности УПН

Самыми опасными поражающими факторами пожара и взрыва на объектах нефтяной промышленности могут являться: волны давления и увеличивающиеся в объеме продукты сгорания при реализации различных режимов сгорания облака газов, паров, пылевоздушных смесей, а также тепловое излучение пожаров пролива.

Принято считать, что развитие пожароопасной ситуации протекает по следующей типовой структуре:

- истечение горючих продуктов в окружающее пространство происходит в результате разгерметизации оборудования или арматуры;
- образовавшиеся горючие продукты мгновенно воспламеняются или инициируют обширную зону газопаровоздушной смеси, содержащей горючее во взрывоопасной концентрации;
- увеличение количества образовавшихся продуктов и расширение масштабов пожара с течением времени становится причиной значительных материальных потерь и человеческих жертв. [2]

Для построения возможных сценариев возникновения и протекания пожароопасных ситуаций, пожаров и взрывов на исследуемых технологических блоках был применен метод дерева событий. Дерево событий, являющееся основой оценки пожарного риска, строится по следующей схеме:

- инициирующими пожароопасными событиями рассматриваются: разгерметизация резервуара, разгерметизация технологического трубопровода;
- принимается, что мгновенное воспламенение горючего продукта, вышедшего в окружающее пространство, является причиной возникновения пожара пролива;
- в случае отсутствия мгновенного воспламенения вышедшего горючего продукта происходит образование паров нефти с поверхности пролива с возможным образованием взрывоопасного паровоздушного облака. Принимается, что испарение с поверхности пролива нефти ведет к появлению взрывоопасного паровоздушного облака только в случае штиля (скорость ветра менее 0,2 м/с);
- при отсутствии мгновенного воспламенения последующее воспламенение становится причиной взрыва образовавшегося

паровоздушного облака или его сгорания в режиме пожара-вспышки.

На основании блок-схемы (рисунок 3.3.1), формирующей различные виды сценариев развития аварий, были выделены основные сценарии с ключевыми событиями, приводящими к нанесению значительного материального ущерба и/или гибели людей.



Рисунок 3.3.1 – Блок-схема формирования сценариев аварии на площадке УПН

Для определения частот реализации сценариев развития аварийных ситуаций на установке подготовки нефти необходимо построить дерево событий и определить условные вероятности исходов аварийной ситуации. На рисунке 3.3.2 изображено дерево событий при разгерметизации аппарата или трубопровода с указанием условных вероятностей события для каждой ветви развития аварии.

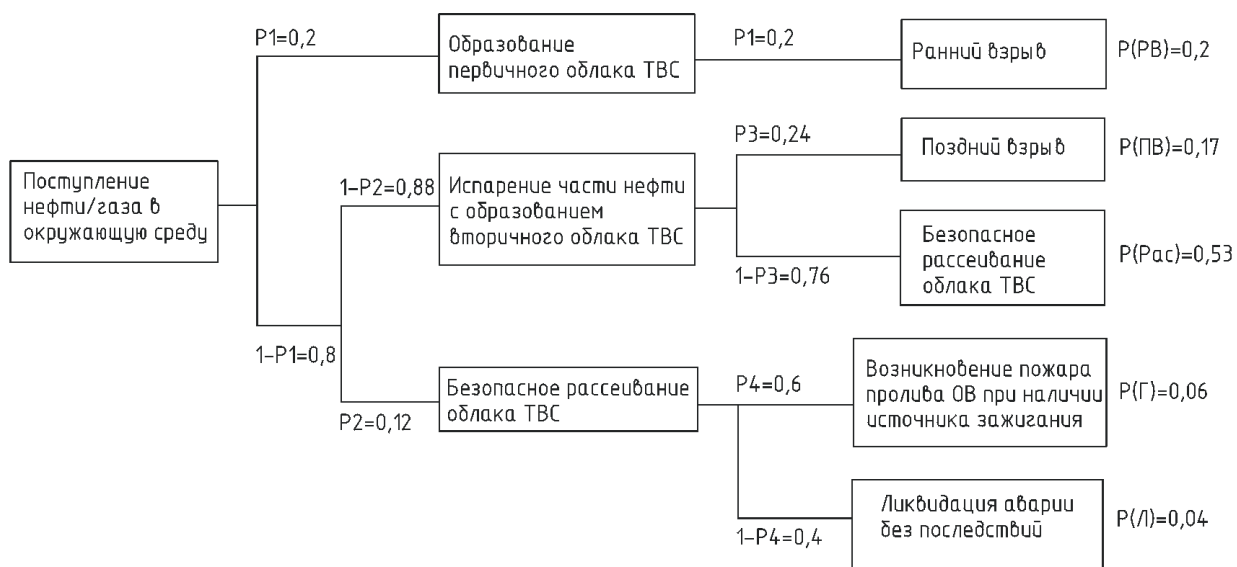


Рисунок 3.3.2 – Дерево событий при разгерметизации аппарата или трубопровода с указанием условной вероятности возникновения аварии

В таблице 3.3.1 приведены описания сценариев развития аварий и их последствий для рассматриваемых аппаратов и трубопроводов установки подготовки нефти.

Таблица 3.3.1 – Сценарии развития аварий для оборудования

Сценарий	Описание	Последствия
C1-Г	Разгерметизация оборудования внутри блока → выброс нефти и газа, конденсата → свободное растекание жидкости по технологической площадке (обвалованию для РВС), безопасное рассеивание первичного облака топливно-воздушной смеси (ТВС) → воспламенение пролива жидкости с образованием зоны термического поражения	Травмирование персонала и повреждение оборудования вследствие воздействия высоких температур
C1-РВ	Разгерметизация оборудования внутри блока → выброс опасного вещества в пределах блока → образование первичного облака топливно-воздушной смеси (ТВС) → воспламенение облака + его дефлаграционное сгорание с образованием воздушной взрывной волны (ВУВ).	Травмирование персонала и повреждение оборудования ударной волной, осколками
C1-ПВ	Разгерметизация оборудования внутри блока → выброс нефти и газа, конденсата → свободное растекание жидкости по технологической площадке (обвалованию для РВС), безопасное рассеивание первичного облака ТВС → образование вторичного облака ТВС → воспламенение облака + его дефлаграционное сгорание с образованием ВУВ	Травмирование персонала и повреждение оборудования ударной волной, осколками
C1-Л	Разгерметизация оборудования внутри блока → выброс опасного вещества в пределах блока → загрязнение окружающей среды, безопасное рассеивание облака ТВС	Ликвидация аварии без последствий

Представленные сценарии распределяются между рассматриваемыми технологическими блоками, как указано в таблице 3.3.2.

Таблица 3.3.2 – Сценарии аварий, рассматриваемые для аппаратов

Технологические блоки	Сценарии
Технологический резервуар РВС–10000	C1-Г, C1-РВ, C1-ПВ, C1-Л
Блок сепараторов НГСВ	C1-Г, C1-РВ, C1-ПВ, C1-Л

Количество опасного вещества на технологических блоках, участвующее в аварии описано в таблице 3.3.3. При реализации сценария РВ и ПВ, количество вещества, участвующего в создании поражающих факторов, определяется с учетом коэффициента участия $k=0,1$. Для реализации пожара пролива принимается, что в создании поражающих факторов участвует все количество вещества, находящееся в блоке.

Таблица 3.3.3 – Значение количества опасного вещества, участвующего в аварии и в формировании поражающих факторов

№ сценария	Последствия	Основной поражающий фактор	Количество опасного вещества, кг	
			Участвующего в аварии	Участвующего в создании поражающих факторов
Блок резервуарного парка РВС–10000				
C1-РВ	Ранний взрыв	Ударная волна	226,8	22,68
C1-ПВ	Поздний взрыв	Ударная волна	12616,74	1261,67
C1-Г	Горение пролива	Тепловой поток	12616,74	12616,74
Блок нефтегазовых сепараторов НГСВ				
C1-РВ	Ранний взрыв	Ударная волна	3500,77	350,08
C1-ПВ	Поздний взрыв	Ударная волна	5318,58	531,86
C1-Г	Горение пролива	Тепловой поток	5318,58	5318,58

В таблице 3.3.4 приведены показатели площади пролива нефти, объемы выброшенного газа при реализации раннего взрыва.

Таблица 3.3.4 – Количественные показатели выброса ОВ в окружающее пространство при разгерметизации аппаратов УПН

Наименование блока	Площадь пролива, м ²	Объем выброшенного газа (РВ), м ³
<i>Блок резервуарного парка РВС–10000</i>	7584	360
<i>Блок нефтегазовых сепараторов НГСВ</i>	1370	–

3.4. Определение частот реализации пожароопасных ситуаций

Параметры частот реализации инициирующих пожароопасных событий ЧС для аппаратов и трубопровода на площадке УПН приняты в соответствии с Приложением 1 [2]. Полученные данные по частоте разгерметизации указаны в таблице 3.4.1.

Таблица 3.4.1 – Частота реализации инициирующих пожароопасных ситуаций для оборудования объекта

Наименование оборудования	Событие	Диаметр отверстия, мм	Частота разгерметизации, 1/год
Резервуары для хранения ЛВЖ и ГЖ при давлении, близком к атмосферному (РВС-10000)	Полное разрушение емкостного оборудования при давлении, близком к атмосферному	25	$8,8 \cdot 10^{-5}$
		100	$1,2 \cdot 10^{-5}$
		Полное разрушение	$5,0 \cdot 10^{-6}$
Резервуары, емкости, сосуды и аппараты под давлением (НГСВ)	Разгерметизация с последующим истечением жидкости, газа или двухфазной среды	5	$4 \cdot 10^{-5}$
		12,5	$1 \cdot 10^{-5}$
		25	$6,2 \cdot 10^{-6}$
		50	$3,8 \cdot 10^{-6}$
		100	$1,7 \cdot 10^{-6}$
		Полное разрушение	$3,0 \cdot 10^{-7}$

Согласно пункту 9 [1] в ПБ ОПО показатели степени риска приводятся только для самого опасного и наиболее вероятного сценария протекания ЧС. По количеству опасного вещества, участвующему в аварии (таблица 3.3.3), принимается, что наиболее опасным событием на установке УПН является разгерметизация блока резервуарного парка. А в соответствие с данным частот реализации разгерметизации блоков (таблица 3.4.1), принимается, что наиболее вероятным событием развития ЧС является разгерметизация блока нефтегазовых сепараторов НГСВ.

На основании взятых из построенного дерева событий условных вероятностей и частоты разгерметизации, производится расчет частоты реализации сценариев развития аварий по формуле 1.

$$Q_i = Q_{\text{разгерм.при отверстии } j \text{ мм}} \cdot P_{\text{аварии}}, \quad (1)$$

где Q_i – частота реализации i -ого сценария, 1/год;

$Q_{\text{разгерм.при отверстии } j \text{ мм}}$ – частота разгерметизации с отверстием j -ого диаметра, мм или полного разрыва аппарата, 1/год;

$P_{\text{аварии}}$ – условная вероятность мгновенного воспламенения и воспламенения с задержкой, в соответствии с таблицей П2.1 Методики [2].

По формуле 1 были рассчитаны частоты реализации аварии для каждого изучаемого объекта с учетом различных диаметров отверстия пролива. Данные по зависимости частоты разгерметизации от диаметра отверстия пролива, использованы из таблиц П1.1–П1.2 Приложения 1 данной методики. Полученные значения приведены в таблице 3.4.2.

Таблица 3.4.2 – Результаты расчета частоты реализации аварии на УПН

Диаметр отверстий разрыва, мм	Резервуарный парк РВС–10000		
	$P(PB)=0,2$	$P(ПB)=0,17$	$P(Г)=0,06$
25	$1,76 \cdot 10^{-5}$	$1,50 \cdot 10^{-5}$	$5,28 \cdot 10^{-6}$
100	$2,40 \cdot 10^{-6}$	$2,04 \cdot 10^{-6}$	$7,20 \cdot 10^{-7}$
Полное разрушение	$1,00 \cdot 10^{-6}$	$8,50 \cdot 10^{-7}$	$3,00 \cdot 10^{-7}$
Суммарная частота реализации аварии	$2,10 \cdot 10^{-5}$	$1,79 \cdot 10^{-5}$	$6,30 \cdot 10^{-6}$
Диаметр отверстий разрыва, мм	Блок сепараторов НГСВ		
	$P(PB)=0,2$	$P(ПB)=0,17$	$P(Г)=0,06$
5	$8,00 \cdot 10^{-6}$	$6,80 \cdot 10^{-6}$	$2,40 \cdot 10^{-6}$
12,5	$2,00 \cdot 10^{-6}$	$1,70 \cdot 10^{-6}$	$6,00 \cdot 10^{-7}$
25	$1,24 \cdot 10^{-6}$	$1,05 \cdot 10^{-6}$	$3,72 \cdot 10^{-7}$
50	$7,60 \cdot 10^{-7}$	$6,46 \cdot 10^{-7}$	$2,28 \cdot 10^{-7}$
100	$3,40 \cdot 10^{-7}$	$2,89 \cdot 10^{-7}$	$1,02 \cdot 10^{-7}$
Полное разрушение	$6,00 \cdot 10^{-8}$	$5,10 \cdot 10^{-8}$	$1,80 \cdot 10^{-8}$
Суммарная частота реализации аварии	$1,24 \cdot 10^{-5}$	$1,05 \cdot 10^{-5}$	$3,72 \cdot 10^{-6}$
где: $P(PB)$ – условная вероятность раннего взрыва; $P(ПB)$ – условная вероятность позднего взрыва; $P(Г)$ – условная вероятность горения пролива. Условные вероятности взяты по дереву событий (рисунок 3.3.2).			

3.5. Построение радиусов опасных поражающих факторов взрывов и пожара для различных сценариев их развития

Оценку опасных пожарных факторов проводят согласно Приложению 3 Методических указаний [2]. Для исследуемых сценариев протекания пожароопасных ситуаций, пожаров и взрывов рассматриваются следующие опасные факторы:

- тепловое излучение пожара пролива;

- избыточное давление и импульс волны давления в процессе сгорания паровоздушного облака на открытом пространстве;
- увеличение объемов продуктов сгорания при реализации пожара пролива.

Возникновение пожаров пролива ЛВЖ и взрывов парогазовоздушной смеси обладают интенсивностью теплового излучения для исследуемых сценариев пожароопасных ситуаций и пожаров, рассчитываемому по методу, описанному в разделе VI Приложения 4 [2]. Результаты расчета интенсивности теплового излучения и параметров ВУВ на объектах приведены в таблицах 3.5.1–3.5.4 для РВС–10000, в таблицах 3.5.5–3.5.8 для нефтегазовых сепараторов НГСВ.

Таблица 3.5.1 – Параметры зон воздействия ВУВ на здания и персонал при раннем взрыве ГГ на РВС–10000

<i>Степень поражения при раннем взрыве</i>	<i>Давление</i>	<i>Радиус поражения</i>
Полное разрушение зданий	100 кПа	0 м
Летальный исход персонала		
От 50 до 75 % разрушение стен зданий или здания находятся на грани разрушения	53 кПа	0 м
Серьезные повреждения легких, летальный исход вероятен		
Средние повреждения зданий	28 кПа	0 м
Серьезные повреждения тканей, летальный исход возможен		
Умеренные повреждения зданий (повреждения внутренних перегородок, рам, дверей); полное разрушение остекления	12 кПа	0 м
Временная потеря слуха, легкие травмы		
Минимальное разрушение зданий (разрыв некоторых соединений, расчленение конструкций)	5 кПа	0 м
Возможные осколочные травмы, связанные с повреждением зданий		
Частичное разрушение остекления зданий	3 кПа	16,99 м
Возможные осколочные травмы, связанные с разрушением стекол		

Таблица 3.5.2 – Параметры зон воздействия ВУВ на здания и персонал при позднем взрыве ТВС на РВС–10000

<i>Степень поражения при позднем взрыве</i>	<i>Давление</i>	<i>Радиус поражения</i>
Полное разрушение зданий	100 кПа	0 м
Летальный исход персонала		
От 50 до 75 % разрушение стен зданий или здания находятся на грани разрушения	53 кПа	61,18 м
Серьезные повреждения легких, летальный исход вероятен		
Средние повреждения зданий	28 кПа	97,93 м
Серьезные повреждения тканей, летальный исход возможен		
Умеренные повреждения зданий (повреждения внутренних перегородок, рам, дверей); полное разрушение остекления	12 кПа	170,24 м
Временная потеря слуха, легкие травмы		
Минимальное разрушение зданий (разрыв некоторых соединений, расчленение конструкций)	5 кПа	326,06 м
Возможные осколочные травмы, связанные с повреждением зданий		
Частичное разрушение остекления зданий	3 кПа	494,86 м
Возможные осколочные травмы, связанные с разрушением стекол		

Таблица 3.5.3 – Параметры зон воздействия тепловых потоков на персонал при пожаре пролива нефти из РВС–10000

<i>Степень поражения при пожаре пролива</i>	<i>Тепловое излучение</i>	<i>Радиус поражения</i>
Непереносимая боль через 3-5 с, ожог 2 степени через 12-16 с	10,5 кВт/м ²	0 м
Непереносимая боль через 20-30 с, ожог 2 степени через 30-40с	7,0 кВт/м ²	49,16 м
Безопасно для человека в брезентовой одежде, кратковременное пребывание без последствий для человека без спецодежды	4,2 кВт/м ²	67,59м
Без негативных последствий в течение длительного времени	1,4 кВт/м ²	127,27 м

Таблица 3.5.4 – Параметры зон, ограничивающих область концентраций, превышающих НКПР при реализации раннего и позднего взрывов на блоке резервуарного парка

<i>Параметры НКПР для раннего взрыва</i>	<i>Параметр расстояния</i>
Радиус зоны НКПР	25,28 м
Высота зоны НКПР	0,95 м
Радиус воздействия теплового излучения	30,34 м
<i>Параметры НКПР для позднего взрыва</i>	<i>Параметр расстояния</i>
Радиус зоны НКПР	141,72 м
Высота зоны НКПР	5,31 м
Радиус воздействия теплового излучения	170,06 м

Было выявлено, что наибольшее количество пострадавших при обслуживании резервуарного парка может составить 4 человека. При

реализации позднего взрыва обслуживающий персонал, находящийся на расстоянии менее 97,93 метров от места взрыва, может получить серьезные повреждения тканей, возможен летальный исход. При возникновении пожара пролива обслуживающий персонал может получить ожоги 2 степени, находясь в радиусе 49,16 метров от центра возгорания.

В результате произведенных вычислений было выявлено, что сценарий позднего взрыва блока резервуарного парка является наиболее опасным событием на площадке УПН, т.к. имеет наибольшие показатели поражающих факторов.

Таблица 3.5.5 – Параметры зон воздействия ВУВ на здания и персонал при раннем взрыве ГГ на блоке НГСВ

<i>Степень поражения при раннем взрыве</i>	<i>Давление</i>	<i>Радиус поражения</i>
Полное разрушение зданий	100 кПа	0 м
Летальный исход персонала		
От 50 до 75 % разрушение стен зданий или здания находятся на грани разрушения	53 кПа	0 м
Серьезные повреждения легких, летальный исход вероятен		
Средние повреждения зданий	28 кПа	0 м
Серьезные повреждения тканей, летальный исход возможен		
Умеренные повреждения зданий (повреждения внутренних перегородок, рам, дверей); полное разрушение остекления	12 кПа	0 м
Временная потеря слуха, легкие травмы		
Минимальное разрушение зданий (разрыв некоторых соединений, расчленение конструкций)	5 кПа	72,12 м
Возможные осколочные травмы, связанные с повреждением зданий		
Частичное разрушение остекления зданий	3 кПа	129,58 м
Возможные осколочные травмы, связанные с разрушением стекол		

*Таблица 3.5.6– Параметры зон воздействия ВУВ на здания и персонал
при позднем взрыве ТВС на блоке НГСВ*

<i>Степень поражения при позднем взрыве</i>	<i>Давление</i>	<i>Радиус поражения</i>
Полное разрушение зданий	100 кПа	0 м
Летальный исход персонала		
От 50 до 75 % разрушение стен зданий или здания находятся на грани разрушения	53 кПа	45,87 м
Серьезные повреждения легких, летальный исход вероятен		
Средние повреждения зданий	28 кПа	73,43 м
Серьезные повреждения тканей, летальный исход возможен		
Умеренные повреждения зданий (повреждения внутренних перегородок, рам, дверей); полное разрушение остекления	12 кПа	127,65 м
Временная потеря слуха, легкие травмы		
Минимальное разрушение зданий (разрыв некоторых соединений, расчленение конструкций)	5 кПа	244,48 м
Возможные осколочные травмы, связанные с повреждением зданий		
Частичное разрушение остекления зданий	3 кПа	371,05 м
Возможные осколочные травмы, связанные с разрушением стекол		

Таблица 3.5.7 – Параметры зон воздействия тепловых потоков на персонал при пожаре пролива нефти из аппарата НГСВ

<i>Степень поражения при пожаре пролива</i>	<i>Тепловое излучение</i>	<i>Радиус поражения</i>
Непереносимая боль через 3-5 с, ожог 2 степени через 12-16 с	10,5 кВт/м ²	0 м
Непереносимая боль через 20-30 с, ожог 2 степени через 30-40с	7,0 кВт/ м ²	31,92 м
Безопасно для человека в брезентовой одежде, кратковременное пребывание без последствий для человека без спецодежды	4,2 кВт/м ²	44,39 м
Без негативных последствий в течение длительного времени	1,4 кВт/м ²	86,83 м

Таблица 3.5.8 – Параметры зон, ограничивающих область концентраций, превышающих НКПР при реализации раннего и позднего взрывов на блоке НГСВ

<i>Параметры НКПР для раннего взрыва</i>	<i>Параметр расстояния</i>
Радиус зоны НКПР	62,37 м
Высота зоны НКПР	2,34 м
Радиус воздействия теплового излучения	74,85 м
<i>Параметры НКПР для позднего взрыва</i>	<i>Параметр расстояния</i>
Радиус зоны НКПР	106,57 м
Высота зоны НКПР	4,00 м
Радиус воздействия теплового излучения	127,88 м

Показатели поражающих факторов учитываются при составлении ситуационного плана объекта и построения радиусов зон опасных поражающих факторов.

3.6. Оценка последствий влияния опасных факторов взрыва и пожара пролива на персонал при различных сценариях развития

Детерминированные критерии определяют параметры опасных факторов пожара и взрывов, при которых достигается та или иная степень поражения людей.

При использовании детерминированных критериев условная вероятность поражения людей принимается равной 1, если его значение выше предельно-допустимого уровня, и равной 0, при значении критерия не превышающем предельно допустимый уровень поражения.

Условная вероятность поражения людей при заданном значении опасного фактора пожара выражается вероятностными критериями.

Далее представлены критерии поражения людей, вышеописанными опасными факторами аварии.

В таблице 3.6.1. изложены детерминированные критерии поражения избыточным давлением при сгорании газо-, паровоздушных смесей на открытом пространстве.

Таблица 3.6.1 – Значение степени поражения избыточным давлением

Степень поражения	Избыточное давление, кПа
Полное разрушение зданий	100
50%-ное разрушение зданий	53
Средние повреждения зданий	28
Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам, дверей и т.п.)	12
Нижний порог повреждения человека волной давления	5
Малые повреждения (разбита часть остекления)	3

Понятие пробит-функции рассматривается как вероятностный критерий поражения. Обобщенно пробит-функция P_r представляется формулой:

$$P_r = a + b \cdot \ln S, \quad (2)$$

где a, b – константы, зависящие от степени поражения и вида объекта;
 S – интенсивность воздействия опасного фактора.

Зависимость условной вероятности поражения человека от величины пробит-функции P_r изложено в таблице 3.6.2.

Таблица 3.6.2 – Зависимость условной вероятности поражения человека от величины пробит-функции

Условная вероятность поражения, %	Величина пробит-функции P_r									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	–	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

В отсутствие необходимых данных в таблице 3.6.2, показатели условной вероятности поражения человека $Q_{dj}(a)$ находятся по формуле в зависимости от значения пробит-функции P_r :

$$Q_{dj}(a) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \int_{-\infty}^{P_r - 5} \exp\left(-\frac{U^2}{2}\right) \cdot dU. \quad (3)$$

При воздействии волны давления на человека, находящегося вне здания, формулы для пробит-функции имеют вид:

$$P_r = 5,0 - 5,74 \cdot \ln S; \quad (4)$$

$$S = \frac{4,2}{\bar{P}} + \frac{1,3}{i}; \quad (5)$$

$$\bar{P} = \frac{\Delta P}{P_0}; \quad (6)$$

$$\bar{i} = \frac{I^+}{P_0^{1/2} \cdot m^{1/3}}, \quad (7)$$

где m – масса тела человека, кг (допускается равной 70 кг);

ΔP – избыточное давление волны давления, Па;

I^+ – импульс волны давления, Па·с;

P_0 – атмосферное давление, Па.

Пробит-функции для разрушения зданий имеют следующий вид:

для тяжелых разрушений:

$$P_r = 5,0 - 0,26 \cdot \ln V; \quad (8)$$

$$V = \left(\frac{17500}{\Delta P} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{I^+} \right)^{9,3}; \quad (9)$$

для полного разрушения:

$$P_r = 5,0 - 0,22 \cdot \ln V; \quad (10)$$

$$V = \left(\frac{40000}{\Delta P} \right)^{7,4} + \left(\frac{460}{I^+} \right)^{11,3}. \quad (11)$$

Использование пробит-функций, определяемых по вышеуказанным формулам (8–11) применимо для оценки условных вероятности поражения человека, находящегося в здании.

Анализ воздействия теплового излучения выделяет случаи импульсного и длительного воздействия. При ситуации импульсного воздействия критерием поражения становится доза теплового излучения D (воздействие огненного шара), при длительном – критическая интенсивность теплового излучения $q_{\text{ср}}$ (при пожаре пролива). Значение $q_{\text{ср}}$ для дифференцированных степеней поражения человека тепловым излучением представлены в таблице 3.6.3.

Таблица 3.6.3 – Значение интенсивности теплового излучения для дифференцированных степеней поражения человека

Степень поражения	Интенсивность излучения, кВт/м²
Без негативных последствий в течение длительного времени	1,4
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2
Непереносимая боль через 20-30 с Ожог 1 степени через 15-20 с Ожог 2 степени через 30-40 с	7,0
Непереносимая боль через 3-5 с Ожог 1 степени через 6-8 с Ожог 2 степени через 12-16 с	10,5

Для поражения человека тепловым излучением величина пробит-функции описывается формулой:

$$P_r = -12,8 + 2,56 \cdot \ln(t \cdot q^{4/3}), \quad (12)$$

где t – эффективное время экспозиции, с;

q – интенсивность теплового излучения, кВт/м².

Величина эффективного времени экспозиции t определяется по формулам:

для огненного шара:

$$t = 0,92 \cdot m^{0,303}; \quad (13)$$

для пожара пролива:

$$t = t_0 + \frac{x}{u}, \quad (14)$$

где, m – масса опасного вещества, которое участвует в образовании огненного шара, кг;

t_0 – характерное время, за которое обнаруживают пожар и принимают решение о последующих действиях, с (принимается равным 5 с);

x – расстояние от места положения человека до безопасной зоны (зона, где интенсивность теплового излучения не превышает 4 кВт/м²);

u – средняя скорость движения человека к безопасной зоне, м/с (принимается равной 5 м/с).

Человек, попавший в зону непосредственного воздействия пламени пожара пролива или факела, имеет условную вероятность поражения равную 1.

Значения расчета параметров пробит-функций, а также условных вероятностей поражения изложены в таблице 3.6.4.

Таблица 3.6.4 – Пробит-функции вероятностного разрушения зданий и поражения людей ВУВ

	РВ РВС	ПВ РВС	Г РВС	РВ НГСВ	ПВ НГСВ	Г НГСВ
Pr_1 – пробит-функция	-24,347	-5,57	–	-16,63	-5,61	–
P_1 – условная вероятность поражения, при Pr_1	0%	0%	–	0%	0%	–
Pr_2 – пробит-функция	0,82	7,96	–	3,74	7,96	–
P_2 – условная вероятность поражения, при Pr_2	0%	99%	–	10%	99%	–
Pr_3 – пробит-функция	0,54	5,86	–	2,72	5,86	–
P_3 – условная вероятность поражения, при Pr_3	0	80%	–	1%	80%	–
Pr_4 – пробит-функция	–	–	2,60	–	–	1,85
P_4 – вероятность поражения, при Pr_4	–	–	0%	–	–	0%
Pr_1 – пробит-функция вероятностного поражения людей ВУВ Pr_2 – пробит-функция вероятностного тяжелого разрушения зданий ВУВ Pr_3 – пробит-функция вероятностного полного разрушения ВУВ Pr_4 – пробит-функция вероятностного поражения людей тепловым излучением						

По рассчитанным значениям пробит-функции, были получены значения вероятностного поражения персонала и зданий в результате реализации аварий. При нахождении рабочего персонала на безопасном расстоянии от пожара, вероятность поражения стремится к нулю. Наибольшие показатели вероятностного поражения имеют ПВ РВС и НГСВ. С вероятностью 99%

произойдет тяжелое повреждение зданий при возникновении позднего взрыва на блоках РВС и НГСВ. Полное разрушение зданий в зоне поражения достигается с вероятностью 80%.

3.7. Расчет показателей потенциального риска и индивидуального риска на установке подготовки нефти

Значение потенциального пожарного риска $P(a)$ (год⁻¹) (далее – потенциальный риск) в рассматриваемой точке (a) как на территории объекта и в селитебной зоне в непосредственной близости объекта исчисляется по формуле:

$$P(a) = \sum_{j=1}^J Q_{dj}(a) \cdot Q_j, \quad (15)$$

где:

J – количество сценариев протекания пожароопасных ситуаций (пожаров, ветвей логического дерева событий);

$Q_{dj}(a)$ – условная вероятность поражения человека на определенном участке территории (a) в исходе j -го сценария протекание пожароопасных ситуаций;

Q_j – частота реализации j -го сценария развития пожароопасных ситуаций в течение года, год⁻¹.

Критерии поражения людей опасными факторами пожара, взрыва определяют условные вероятности поражения человека $Q_{dj}(a)$.

Во время проведения расчета риска рассматриваются различные пожароопасные ситуации, выделяются зоны поражения опасными факторами пожара, взрыва и частоты реализации рассматриваемых пожароопасных ситуаций. Территория местности может быть поделена на участки, внутри которых величины $P(a)$ полагаются одинаковыми для удобства расчетов.

При потребности в оценке условной вероятности поражения человека она выполняется с учетом совместного воздействия одного и более опасного фактора. Таким образом, при реализации сценария со взрывом резервуара с легковоспламеняемой жидкостью под давлением, находящегося в очаге

пожара, расчет условной вероятности поражения человека обязательно производится с учетом не только теплового излучения огненного шара, но и воздействия волны давления.

Значение условной вероятности поражения человека $Q_{dj}(a)$ от совместного независимого воздействия более одного опасного фактора в исходе j -го сценария протекания пожароопасных ситуаций вычисляется по формуле:

$$Q_{dj}(a) = 1 - \prod_{k=1}^h (1 - Q_k \cdot Q_{djk}(a)), \quad (16)$$

где:

h – количество рассматриваемых опасных факторов;

Q_k – вероятность реализации k -го опасного фактора;

$Q_{djk}(a)$ – условная вероятность поражения k -ым опасным фактором.

Частота поражения определенного работника объекта опасными факторами пожара, взрыва в течение года. определяет индивидуальный пожарный риск (далее – индивидуальный риск) для персонала.

Наименование должности работника, его категорию и иные особенности его профессиональной деятельности, необходимые для оценки пожарной безопасности однозначно определяет параметр m . Методикой допускается выполнять расчет индивидуального риска для работника объекта, причисляя его в одну категорию с наиболее опасной профессией.

При нахождении работника на территории объекта параметр индивидуального риска R_m (год⁻¹) для m объекта вычисляется по формуле:

$$R_m = \sum_{i=1}^I q_{im} \cdot P(i), \quad (17)$$

где $P(i)$ – значение потенциального риска в i -ой точке территории объекта, год⁻¹;

q_{im} – вероятность нахождения работника m в i -ой точке территории объекта;

I – область территории исследуемой площадки.

В таблице 3.7.1 представлены показатели потенциального и индивидуального рисков поражения человека на технологической площадке УПН.

Таблица 3.7.1 – Показатели потенциального риска поражения человека

Сценарий	Условная вероятность поражения человека	Частота реализации сценария	Показатель потенциального риска	Показатель индивидуального риска
<i>Блок резервуарного парка РВС-10000</i>				
С1-РВ	0,00	$2,10 \cdot 10^{-5}$	0	0
С1-ПВ	0,00	$1,79 \cdot 10^{-5}$	0	0
С1-Г	0,00	$6,30 \cdot 10^{-6}$	0	0
<i>Блок нефтегазовых сепараторов НГСВ</i>				
С1-РВ	0,00	$1,24 \cdot 10^{-5}$	0	0
С1-ПВ	0,00	$1,05 \cdot 10^{-5}$	0	0
С1-Г	0,00	$3,72 \cdot 10^{-6}$	0	0

Предполагается, что расчет показателей потенциального риска по данной методике является неверным. Для уточнения расчетных параметров принято решение рассмотреть расчет оценки потенциального риска по руководству, утвержденному приказом Ростехнадзора от 11.04.2016 г. №144. [3].

3.8. Уточнение результатов потенциального риска и индивидуального риска на площадке УПН

В связи с тем, что результаты проведенного расчета индивидуального риска равны нулю, было решено провести расчет по методическим указаниям, утвержденным Приказом Ростехнадзора от 11.04.2016 г. №144 [3]. В рамках текущих методических материалов для проведения расчета условной вероятности разрушений объектов и поражения находящегося поблизости персонала волнами избыточного давления используются такие пробит-функции как:

- вероятность повреждения стен производственных сооружений, которая ведет к восстановлению зданий без их износа по соотношению:

$$Pr_1 = 5 - 0,26 \cdot \ln V_1, \quad (18)$$

где:

$$V_1 = \left(\frac{17500}{\Delta P} \right)^{8,4} + \left(\frac{290}{I} \right)^{9,3}; \quad (19)$$

где: ΔP – избыточное давление, Па;

I – импульс, кг·м/с.

- вероятность разрушения производственных сооружений, которые ведут к сносу здания, оценивается по следующей формуле:

$$Pr_2 = 5 - 0,22 \cdot \ln V_2, \quad (20)$$

где:

$$V_2 = \left(\frac{40000}{\Delta P} \right)^{7,4} + \left(\frac{460}{I} \right)^{11,3}. \quad (21)$$

- вероятность состояние нокдауна у людей (долгосрочной потери управляемости), оказавшихся в зоне действия воздушной ударной волны при реализации взрыва облака ТВС, оценивается по значению пробит-функции:

$$Pr_3 = 5 - 5,74 \cdot \ln V_3, \quad (22)$$

где:

$$V_3 = \frac{4,2}{\bar{p}} + \frac{1,3}{\bar{i}}, \quad (23)$$

$$\bar{p} = 1 + \frac{\Delta P}{P_0}, \quad (24)$$

$$\bar{i} = \frac{I}{P_0^{1/2} \cdot m^{1/3}}. \quad (25)$$

m – масса человека, кг;

P_0 – атмосферное давление, Па;

- вероятность разрыва барабанных перепонки у людей в зависимости от разности перепада давления в воздушной волне вычисляется следующим образом:

$$Pr_4 = -12,6 + 1,524 \cdot \ln \Delta P \quad (26)$$

- вероятность отброса человека воздушной ударной волной давления рассчитывается по значению пробит-функции:

$$Pr_5 = 5 - 2,44 \cdot \ln V_5, \quad (27)$$

где:

$$V_5 = \frac{7,38 \cdot 10^{-3}}{\Delta P} + \frac{13 \cdot 10^9}{\Delta P \cdot I}. \quad (28)$$

Когда пробит-функции применяются как зоны с величиной вероятности поражения 100%, принимаются зоны поражения, для которых параметр пробит-функции достигает значения, соответствующего вероятности равной 90%. Как безопасные с точки зрения воздействия поражающих факторов зоны принимаются зоны поражения, для которых величины пробит-функции достигают значений, соответствующих вероятности равной 1%. [3]

Критерии повреждения различных отдельных категорий производственного оборудования посредством воздушной ударной волны и теплового излучения, представлены в таблицах 3.8.1 и 3.8.2.

Таблица 3.8.1 – Критерии повреждения разных категорий оборудования воздушной ударной волной при взрыве

Категория оборудования	Пороговое воздействие, кПа	Коэффициенты пробит-функции	
		a	b
Резервуары	22	-18,96	+2,44
Сосуды под давлением	16	-42,44	+4,33
Протяженное оборудование	31	-28,07	+3,16
Малогабаритное оборудование	37	-17,79	+2,18

Таблица 3.8.2 – Критерии повреждения разных категорий оборудования тепловым излучением пожара пролива

Категория оборудования	Пороговое воздействие	Пробит-функции
Резервуары	15 кВт/м ² $t \geq 10$ мин	$V = 12,54 - 1,847 \cdot \ln(uf)$ $\ln(ttf) = -1,128 \cdot \ln(I) - 2,667 \cdot 10^{-5} \cdot V + 9,887$
Сосуды под давлением	50 кВт/м ² $t \geq 10$ мин	$V = 12,54 - 1,847 \cdot \ln(ttf)$ $\ln(ttf) = -0,947 \cdot \ln(I) + 8,835 \cdot V^{0,032}$
Примечание: ttf – время до разрушения, с; V – объем сосуда, м ³ ; I – полученное количество теплового излучения, кВт/м ² .		

Таблицы 3.8.3–3.8.4 содержат рассчитанные показатели пробит-функции вероятностного разрушения зданий и поражения людей ударными волнами и тепловым излучением.

Вероятность поражения вычисляется по таблице 3.27, с учетом того, что отрицательные значения пробит-функций согласуются с вероятностью поражения равной нулю. Согласно показателям таблицы, параметры пробит-функции менее 2,67 принимаются за 0% вероятности поражения, а значения больше 8,09 – к 100% вероятности поражения.

Таблица 3.8.3 – Результаты расчета параметров потенциального риска блока РВС

РВС													
Радиус м	Ранний взрыв				Поздний взрыв						Пожар пролива		
	dP, кПа	I, Па*с	Pr	P(PB), год ⁻¹	dP, кПа	I, Па*с	Pr	P(PB), год ⁻¹	Q(PB), год ⁻¹	R(PB), год ⁻¹	q, кВт/м2	Pr	P(Г), год ⁻¹
50	1,25	352,97	-0,76	0%	59,61	11710,06	7,68	99%	1,79·10 ⁻⁵	2,08·10 ⁻⁵	5,60	-1,30	0%
100	0,65	172,82	-2,19	0%	27,07	5855,03	5,95	83%		1,74·10 ⁻⁵	2,23	–	–
200	0,33	83,83	-3,67	0%	9,55	2927,52	3,68	9%		1,89·10 ⁻⁶	0,54	–	–
300	0,22	55,51	-4,56	0%	5,56	1951,68	2,50	0%		0	0,21	–	–
400	0,17	41,50	-5,12	0%	3,87	1463,76	1,70	0%		0	0,11	–	–
500	0,14	33,13	-5,55	0%	2,96	1171,01	1,12	0%		0	0,06	–	–

Таблица 3.8.4 – Результаты расчета параметров потенциального риска блока НГСВ

НГСВ															
Радиус м	Ранний взрыв						Поздний взрыв						Пожар пролива		
	dP, кПа	I, Па*с	Pr	P(PB)	Q(PB), год ⁻¹	R(PB), год ⁻¹	dP, кПа	I, Па*с	Pr	P(PB), год ⁻¹	Q(PB), год ⁻¹	R(PB), год ⁻¹	q, кВт/м2	Pr	P(Г), год ⁻¹
50	6,65	3539,13	2,89	2%	1,24·10 ⁻⁵	2,48·10 ⁻⁷	49,63	6417,46	7,28	99%	1,05·10 ⁻⁵	1,23·10 ⁻⁵	3,56	-4,79	0%
100	3,78	1683,85	1,65	0%		0	16,88	3208,73	4,92	47%		5,83·10 ⁻⁶	1,06	–	–
200	2,01	810,67	0,27	0%		0	6,37	1604,36	2,79	1%		1,24·10 ⁻⁷	0,24	–	–
300	1,36	532,53	-0,58	0%		0	3,82	1069,58	1,68	0%		0	0,10	–	–
400	1,03	396,29	-1,19	0%		0	2,71	802,18	0,93	0%		0	0,05	–	–

Где P – условная вероятность поражения работник в зоне воздействия опасных факторов;

Q – частота реализации сценария;

R – величина потенциального риска.

Т.о. были рассчитаны численные значения потенциального риска на блоках РВС и НГСВ площадки УПН. Наибольшим показателем потенциального риска обладает сценарий ПВ на обоих технологических блоках. В радиусе 50–100 метров условная вероятность поражения человека P находится в диапазоне от 99–83% на РВС и 99–47% на НГСВ соответственно. В связи с этим ожидаемый показатель потенциального риска представляет собой значение в $2,08 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$ для РВС и $1,25 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$ для НГСВ в непосредственной близости от места взрыва.

3.9. Ситуационный план площадки УПН с указанием зон поражающих факторов

На построенном ситуационном плане технологической площадке УПН представлены технологические блоки резервуарного парка РВС, сепараторы первичной очистки нефти НГСВ и участка технологического трубопровода. На плане были построены радиусы зон поражения ВУВ для РВ и ПВ, а также радиусы зон теплового излучения при реализации пожара пролива (Приложение В).

Зоны потенциального риска построены от максимально возможной реализации события, до $10 \cdot 10^{-7}$. Интервалы замеров параметров потенциального риска применяются равными 50, 100, 200, 300 метров.

4. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ, ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ ЧС

4.1. Технические мероприятия, направленные на уменьшение риска ЧС на площадке УПН

Предусмотрен комплекс мер, обеспечивающих достаточно высокую техническую надежность сооружений УПН при условии качественного строительства и регламентного ведения технологического процесса при эксплуатации.

Все работы должны проводиться с обязательным соблюдением требований безопасности, согласно Плану ликвидации аварий (ПЛА). В соответствии с требованиями «Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности» ПЛА разрабатывается эксплуатирующей организацией на возможные аварии, опасные для жизни людей, с указанием мест их возникновения. ПЛА должен быть предъявлен приемочной комиссии перед сдачей объекта в эксплуатацию.

При аварии, первый ее обнаруживший должен немедленно оповестить дежурного оператора (начальника смены). Принять меры по предупреждению и спасению персонала.

Главная задача при борьбе с расширением зоны аварии заключается в локализации, которая должна достигаться путем ограничения времени истечения и объема вытекающей среды; в устранении возможных источников ее воспламенения.

Во всех случаях локализация аварии должна выполняться перекрытием ближайшей запорной арматуры.

Закрытие арматуры с ручным приводом, допустимо лишь в том случае, когда локализация аварии не связана с риском для жизни работников, выполняющих эту работу.

Для предупреждения аварийных разливов горючей жидкости на территории УПН предусмотрены следующие проектные мероприятия:

- технологическая схема при нормальной эксплуатации исключает выбросы свободного нефтяного газа, нефти, газового конденсата, реагента, дизтоплива;
- предусмотрен автоматизированный контроль над соблюдением основных технологических параметров процесса, с сигнализацией о нарушениях;
- все площадки выполнены из бетона и ограждены бордюрным камнем;
- резервуары установлены в обваловании;
- предусмотрена герметичная система сбора дренажей от технологического оборудования;
- местный и дистанционный контроль уровня с сигнализацией аварийных значений, автоматическое регулирование уровня жидкости в рабочих пределах для емкостного оборудования.

Расположение оборудования и коммуникаций на проектируемых площадках выполнено согласно требованиям нормативных документов.

В случае разлива горючей жидкости (нефти, конденсата газового, дизтоплива) на территории объекта (вне площадки, оборудованной бордюрным камнем) необходимо принять следующие меры:

- соорудить земляной вал, расположенный в пониженном месте по отношению к месту разлива;
- выполнить приямок для сбора жидкости;
- проложить канавы к приямку по наиболее низким местам замазученных участков;
- смыть переносным гидромонитором загрязнения с почвы и растительности в канавы;
- после отстоя собрать жидкость из приямка и канав нефтесборщиками и передать на утилизацию на инсенираторе или на утилизацию на шламонакопитель;

- выполнить работы по рекультивации загрязненных земель.
- приняты герметичные системы подготовки и транспорта нефти, газа;
- объем автоматизации позволяет держать под контролем технологический процесс;
- предусмотрено доаварийной световая и звуковой сигнализация с отклонением технологических параметров от нормированных показателей;
- наружные площадки ограждены бордюрным камнем;
- материальная реализация оборудования, трубопроводов, арматуры подходит условиям эксплуатации климатической зоны объекта;
- оборудование, арматура, фланцевые соединения, прокладочные материалы, крепежные изделия подобраны, учитывая максимально-возможное давление в системе;
- дренаж жидкости из технологического оборудования осуществляется в подземные емкости, дыхательные линии от емкостей подключены к факельному коллектору низкого давления;
- предусмотрено расположение технологических трубопроводов, исключающее их повреждение автомобильной техникой;
- прокладка трубопроводов в местах подземных переходов через автомобильные проезды предусматривается в защитных кожухах;
- осуществляется контроль состояния сварных швов, фланцевых соединений для своевременного обнаружения и ликвидации утечек.

Меры, предусмотренные проектными решениями, направленные на предупреждение разгерметизации нефтепровода, заключаются в следующем:

- установлена система обнаружения утечек (СОУ);
- принятая толщина стенки трубопроводов дает запас прочности по рабочему давлению, способствует увеличению срока службы трубопровода;
- материальное исполнение нефтепровода, арматуры соответствует климатическим условиям эксплуатации. Трубы из стали 13ХФА обладают повышенной коррозионной стойкостью и хладостойкостью;
- механические характеристики труб, деталей и арматуры обеспечивают расчетный срок эксплуатации нефтепровода при условии соблюдения проектного режима и отсутствия нерегламентированного воздействия (строительного брака, наездов техники и др.);
- соединения трубопровода, которые выполнены с помощью сварки, фланцевые соединения применяются в зонах установки арматурных, резьбовых соединений – в местах присоединения приборов КИПиА;
- монтаж металлических ограждений по периметру площадок узлов запуска и приема из сетчатых металлических панелей по металлическим столбам высотой 2,7 м, с противоподкопным заглублением ограждения в грунт на 0,3 м. Для предотвращения доступа посторонних лиц, калитки ограждений закрываются на замок;
- выполнены молниезащита и заземление трубопровода и арматуры присоединением их сваркой к металлическим опорным конструкциям фундаментов сооружений объекта, используемых в качестве естественного заземляющего устройства;
- 100 % неразрушающий контроль сварных стыков труб физическими методами, а также дублирующий контроль

ультразвуковым методом стыков приварки арматуры, соединений трубопровода, захлестов;

- контроль давления, в т.ч. дистанционный, по трассе нефтепровода по показаниям манометров.

Для исключения разгерметизации нефтепровода и предупреждения аварийных выбросов опасных веществ при эксплуатации требуется:

- ведение работ по транспортированию нефти осуществлять в строгом соответствии с требованиями технологического регламента;
- своевременно осуществлять техническое обслуживание, ревизию и ремонт трубопровода и арматуры; своевременно осуществлять комплексную диагностику трубопровода, арматуры.

Для борьбы с возможными пожарами на площадке УПН, при возникновении пожаро- и/или взрывоопасной ситуации, привлекаются добровольные противопожарные формирования (ДПФ). С этой целью персонал должен использовать первичные средства пожаротушения, находящиеся на пожарных щитах объекта.

Выбор способов и средств тушения пожаров определяется в каждом случае в зависимости от стадии развития пожара, масштабов загораний.

К числу первичных средств тушения пожара, которые могут быть эффективно использованы в начальной стадии пожара, относятся огнетушители, кошма, песок.

При невозможности оперативной ликвидации разлива горючей жидкости и его последствий в объемах, превышающих технические возможности ДПФ, могут быть привлечены специализированные организации.

Для обеспечения проектируемых сооружений на площадке УПН необходимым уровнем противопожарной защиты предусматриваются системы газового, водяного и пенного пожаротушения:

- резервуары РВС–10000 (4 шт.) оборудованы стационарно установленными полукольцами водяного орошения;
- для защиты резервуаров РВС–10000 (4 шт.) предусматривается автоматическая система пожаротушения с подачей низкократной пены сверху на поверхность;
- наружное водяное пожаротушение зданий и сооружений осуществляется от блоков пожарных гидрантов, установленных на кольцевой сети противопожарного водопровода.

Принимаются противопожарные технические решения пожарной безопасности на площадке УПН:

- определены взрывоопасные зоны и их классы, категория и группа взрывоопасных смесей, а также категории сооружений, наружных площадок;
- электрооборудование, средства КИПиА, устройства освещения, сигнализации и связи, применяемые во взрывоопасных зонах, принимаются во взрывозащищенном исполнении и обладают соответствующим классом защиты взрывоопасной зоны, и виды взрывозащиты, соответствующие категориям и группам взрывоопасных смесей;
- выполнена молниезащита зданий и сооружений;
- предусмотрена защита оборудования и трубопроводов от статического электричества. С целью предотвращения накопления и проявления зарядов статического электричества скорость движения продукта по трубопроводам предусмотрена в пределах, не превышающих рекомендуемых правилами безопасности значений, ввод жидкости в аппараты осуществляется без возникновения свободной струи;
- для защиты оборудования от превышения расчетного давления установлены предохранительные клапаны (рабочий и резервный)

с переключающим устройством на сосудах, работающих под давлением. Сброс газа от предохранительных клапанов осуществляется в факельный коллектор высокого давления на факельную установку;

- объем автоматизации позволяет полностью держать под контролем технологический процесс;
- система полностью герметична и исключает утечки веществ в окружающую среду при нормальной эксплуатации;
- управление запорной и регулирующей арматурой с электроприводами предусмотрено по месту и дистанционно со щита операторной посредством пневмоприводов;
- все насосное оборудование насосных внутренней и внешней перекачки принято во взрывозащищенном исполнении, с двойным торцевым уплотнением, полупогружные насосы подземных емкостей выполнены с герметичной муфтой;
- предусмотрена предупредительная светозвуковая сигнализация при отклонении технологических параметров от нормы. Организована передача сигналов о нарушениях в операторную;
- в блочных зданиях:
 - автоматическое включение вентиляции;
 - предупредительная сигнализация;
 - аварийная сигнализация – отключение всех электроприемников блока, кроме системы вентиляции. Закрытие электроприводных задвижек в блоке, за пределами блока;
- на расстоянии не менее 5 метров от наружных технологических площадок, емкостей подземных и по периметру обвалования резервуарного парка установлены ручные извещатели пожарной сигнализации. В закрытых помещениях блоков установлены

автоматические извещатели пожарной сигнализации, автоматические пожарные извещатели установлены также на крышах резервуаров;

- дополнительно предусматривается периодический контроль загазованности наружных технологических площадок, вдоль эстакады, в обваловании резервуаров переносными газоанализаторами;
- размещение сооружений выполнено по назначению и расположению в автоматизированных зонах с соблюдением противопожарных расстояний между ними;
- размещение сооружений выполнено по степени опасности выделяемых вредных веществ с учетом господствующих ветров и категории пожарной опасности;
- размещение технологического оборудования и арматуры обеспечивает удобство принятия оперативных мер по предупреждению развития аварийных ситуаций и локализации их последствий;
- ко всем проектируемым технологическим сооружениям предусмотрены подъездные дороги;
- дыхательные трубопроводы в атмосферу всех емкостей дренажных оснащены огнепреградителями;
- вытеснение нефтяных паров из подземных емкостей при аварийном дренировании аппаратов технологических площадок и змеевиков печей предусмотрено в факельные коллекторы;
- дыхательные линии расходных емкостей блоков дозирования реагентов выведены за пределы блоков и оборудованы огнепреградителями;
- для предотвращения аварийного разлива нефти, нефтепродуктов на территории УПН площадки с сепарационным, емкостным

оборудованием, а также площадки подземных емкостей ограждены бордюрным камнем, резервуары выполнены в обваловании;

- для предотвращения загазованности обвалования резервуарного парка, резервуары подключены к компрессорным установкам через газоуравнительную линию;
- прокладка надземных трубопроводов выполнена на несгораемых опорах;
- теплоизоляция для оборудования и трубопроводов принята из негорючих материалов;
- искусственное освещение территории, сооружений, дорог и проездов принято в соответствии с разрядом и подразрядом зрительных работ;
- предусмотрено аварийное освещение, в качестве которого используется аккумуляторный переносной светильник во взрывозащищенном исполнении;
- расчетные нагрузки на провода и кабели не превышают максимально допустимые токовые нагрузки;
- аппаратура, приборы, шины и провода имеют соответствие с нормальными условиями работы, а также с условиями режима коротких замыканий;
- безопасность обслуживающего персонала при эксплуатации и ремонте электроустановок обеспечивается заземлением и занулением электрооборудования;
- продувка технологического оборудования, трубопроводов перед пуском в работу предусмотрена инертным газом.

Основным требованием к системам пожарной защиты является быстрое обнаружение очага пожара, после которого необходимо пожар локализовать с последующим контролируемым выгоранием или тушением.

Сигналы о пожаре на площадках поступают в операторную, где постоянно присутствует персонал.

На сооружениях объекта предусмотрено размещение щитов с первичными средствами пожаротушения (огнетушителей, ящиков с песком, лопатами, ведрами, кошмой, комплектом для резки электропроводов и т.д.).

Для полностью безопасной и безаварийной эксплуатации технологического оборудования и сооружений обязателен непрерывный контроль за состоянием и нормальным функционированием трубопроводов, арматуры и всех аппаратов. При текущем обслуживании оборудования, трубопроводов и ремонтных работах запрещается применять инструменты из не омедненной стали. Используемый инструмент должен быть изготовлен из материала, не дающего искр. Как исключение допускается применение инструментов из стали с тщательно смазанными солидолом или другой консистентной смазкой рабочими поверхностями.

Асбестовую ткань (кошму, войлок) полагается содержать в футлярах, выполненных в металлическом варианте, обязательно при наличии крышки.

Запрещается отогревать замерзшую аппаратуру, арматуру, технологические трубопроводы открытым огнем, только паром или горячей водой.

Территорию УПН следует периодически расчищать от поросли, сухой травы и листьев и содержать в безопасном противопожарном состоянии.

Территория вокруг границ площадок наружных установок требует регулярной очистки от листьев и сухой травы.

Обтирочный материал, пропитанный горючими жидкостями, положено утилизировать в специализированную металлическую тару с плотно закрывающимися крышками, например, ящики или бачки. Тару с отработанным обтирочным материалом необходимо передавать для последующего размещения на полигоне твердых бытовых отходов (ТБО).

4.2. Мероприятия по противодействию терроризму и постороннему вмешательству в деятельность объекта

Антитеррористическая защищенность объекта направлена на предупреждение несанкционированного проникновения на территорию объекта производственного назначения физических лиц, транспортных средств и грузов.

Защита объекта от террористических актов обеспечивается путем оснащенности его средствами защиты от террористической угрозы.

Вида и размеры ущерба, которые могут быть причинены объекту, находящимся на объекте людям и имуществу при реализации террористических угроз, определяют объект к 3 классу (низкая значимость) – ущерб в случае возникновения террористической угрозы обретает локальный масштаб.

Оснащенность объекта средствами защиты приведена в таблице 4.2.1.

Таблица 4.2.1 – Таблица оснащенности объекта средствами защиты от террористической угрозы объекта

Общая площадь объекта, га	Класс значимости объекта	Ограждение периметра и контрольно-пропускной пункт по периметру	Контрольно-пропускной пункт в здании	Досмотровый радиометрический комплекс	Система контроля и управления доступом	Визуальный досмотр
24,175	3	+	+	-	+	+

Для повышения устойчивости опасного производственного объекта против несанкционированного доступа на территорию объекта и снижения вероятности терроризма, применяются ограждения территории объекта, наличие контрольно-пропускных пунктов. Технологические объекты оснащаются системами круглосуточного наблюдения, также лично персонал проводит визуальный контроль состояния территории.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

Понятие *«Социальная ответственность»* сформулировано в международном стандарте ICCSR26000:2011 «Социальная ответственность организации». В нём рассматриваются вопросы соблюдения прав персонала на труд, выполнения требований к безопасности и гигиене труда, к промышленной безопасности, охране окружающей среды и ресурсосбережению. В соответствии со стандартом целями составления настоящего раздела является принятие проектных решений, исключающих несчастные случаи в производстве, и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

Вопросам безопасного ведения технологического процесса на установке подготовки нефти необходимо уделять исключительное внимание. Неправильное выполнение той или иной технологической операции может послужить причиной образования горючей или взрывоопасной среды, привести к авариям и несчастным случаям с травмированием людей.

Суть магистерской диссертации «Разработка паспорта безопасности нефтяного месторождения» состоит в составлении разделов паспорта безопасности опасного производственного объекта, в данном случае нефтяного месторождения. В процессе работы были проводится количественный анализ риска и исследование возможных опасных сценариев развития ЧС, с учетом которых составляются мероприятия по снижению риска ЧС на установке подготовки нефти.

Исследования проводились на базе ОАО «ТомскНИПИнефть» в составе группы инфраструктурных объектов и промышленной безопасности. Потенциальным потребителем исследования является ПАО «Роснефть».

В разделе «Социальная ответственность» рассматривается рабочая зона оператора товарного блока резервуарного парка на установке подготовки нефти.

Вопросы, связанные с социальной ответственностью, регулируются государством через законы. Российский специалист обязан знать и соблюдать законодательство в данной области, что позволит минимизировать негативное действие производства и проектируемых разработок.

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Специальные правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, № 197 – ФЗ каждый работник имеет право на [32]:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра.

Кроме этого, по результатам специальной оценки условий труда определяются ряд компенсаций и льгот для работников, выполняющих свои трудовые обязанности во вредных условиях:

- повышенный размер оплаты труда;
- сокращенная рабочая неделя;
- льготная пенсия;
- ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск;
- лечебно-профилактическое питание.

Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны

Обязанностью оператора товарного является непосредственный контроль и наблюдение за показателями датчиков безопасности на блоке

резервуарного парка. За 12-часовую смену оператор тратит менее 1 часа на обход территории и проверку целостности оборудования и показателей датчиков в процессе эксплуатации. Тем самым большую часть смены проводит за пультом ЭВМ в помещении операторной. И далее под рабочим местом подразумевается пульт управления ЭВМ в операторной.

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

5.2. Производственная безопасность

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

5.2.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Проведенный анализ потенциально возможных вредных и опасных производственных факторов был выполнен по ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [35]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в

Таблица 5.2..

Таблица 5.2.1 – Опасные и вредные производственные факторы

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Утечка опасного вещества (реагента, газа, паров нефти) из трубопроводов или оборудования	1.Повышение уровня ПДКрз опасных веществ в воздушной среде		ГН 2.2.5.3532-18 [36]
Движущиеся части машин и механизмов в технологическом оборудовании	2. Вибрация		СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [38]
Нагрев поверхностей технологического оборудования	3. Неудовлетворительный микроклимат		СанПиН 2.2.4.548-96 [39];
Движущиеся части машин и механизмов в технологическом оборудовании	4. Повышенный уровень шума на рабочем месте;		СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [40]
Неудовлетворительное освещение	5. Неудовлетворительная освещенность рабочей зоны.		СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение [41]
Ведение технологического процесса на УПН	6. Тяжесть трудового процесса		Р 2.2.2006-05 [42]
Ведение технологического процесса на УПН		7. Поражение электрическим током	ГОСТ Р 12.1.019-2009 [43]

5.2.2. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

Воздушная среда

Воздействие химического вредного фактора связано с утечкой опасного вещества (газа, нефти) из трубопроводов или оборудования. Пары нефти и продуктов ее переработки, а также углеводородные газы действуют главным образом на центральную нервную систему. Признаки отравления этими веществами чаще всего проявляются в головокружении, сухости во рту, головной боли, тошноте, сердцебиении, общей слабости, в тяжелых случаях – потере сознания.

Наиболее опасными отравляющими свойствами обладают нефти, содержащие значительные количества сернистых соединений и особенно сероводород. Опасность отравления при обращении с сернистой нефтью состоит в комбинированном действии углеводородов и сероводорода.

Метан – газ, входящий в состав нефтяного и природного газа. ПДК составляет 300 мг/м³ [49]. Сероводород – бесцветный ядовитый газ с характерным запахом, который резче ощущается при малых концентрациях (1:1 000 000), а при больших концентрациях ощущение запаха сероводорода почти незаметно, т.к. наступает частичный паралич окончаний нерва органа обоняния. ПДК сероводорода в воздухе составляет 10 мг/м³; в смеси с углеводородами – 3 мг/м³ [49].

Применяемые на объекте средства защиты от химического фактора:

Ограждение места разлива нефти осуществляется наличием обвалования или установкой бордюрного камня, площадка имеет бетонное покрытие; установка предупреждающих знаков при проливе нефти; контроль воздушной среды с помощью газоанализаторов; система блокировки оборудования и сигнализации при достижении критических параметров давления и температуры.

Класс условий труда по воздушной среде соответствует допустимому (класс условий труда – 2) [37].

Виброакустические колебания

Шум и вибрации от работающего оборудования, персональных ЭВМ в помещениях операторной не превышает допустимых значений.

Класс условий труда по вибрации соответствует допустимому (класс условий труда – 2) [37].

Микроклимат

Работа оператора УПН предусматривает работу в диспетчерской и на производственных площадках при обслуживании технологического оборудования.

Для создания благоприятных условий работы, соответствующих физиологическим потребностям человеческого организма, санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения. Рабочая зона ограничивается высотой 2,2 м над уровнем пола. При этом нормируются: температура, относительная влажность и скорость движения воздуха [47].

Нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений приведены в *Таблица* .

Таблица 5.2.2 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Сезон года	Категория тяжести работ	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		Оптимальное значение	Допустимое значение	Оптимальное значение	Допустимое значение	Оптимальное значение	Допустимое значение
1	2	3	4	5	6	7	8
Холодный	1а	22–24	20–25	60–40	15-75	0,1	0,1
Теплый	1а	23–25	21–28	60–40	15-75	0,1	0,1–0,2

Для нормализации параметров микроклимата осуществляются следующие мероприятия: использование СИЗ – сезонной спецодежды. Кроме

этого, спроектирована система вентиляции для поддержания допустимых параметров микроклимата в диспетчерской.

По результатам специальной оценки условий труда, температура воздуха соответствует 21 °С, относительная влажность воздуха – 40 %, скорость движения воздуха – 0 м/с. Класс условий труда по микроклимату соответствует допустимому (класс условий труда – 2) [37].

Повышенный уровень шума на рабочем месте

Источниками повышенного уровня шума, воздействующего на оператора УПН являются движущиеся части машин и механизмов в технологическом оборудовании.

Предельно допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука для оператора УПН представлены в Таблица 5.2..

Таблица 5.2.3– Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест

№ пп.	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Применяемые средства защиты от шума на объекте:

Контроль уровня шума (на слух) и динамическая балансировка механизмов оборудования, применение звукоизолирующих ограждений – кожухов оборудования.

По результатам специальной оценки условий труда, эквивалентный уровень звукового давления составляет 76 дБА. По вредному фактору «Шум» присвоен класс 2 – допустимые условия труда [37].

Освещенность

Рабочая зона оператора УПН – это дистанционная работа за компьютером, а также обслуживание технологических площадок. Применяется совмещенное освещение (комбинация искусственного и естественного освещения), одностороннее-боковое освещение.

Искусственное освещение на рабочем месте оператора обеспечивается системой общего равномерного освещения. В случаях преимущественной работы с документами должна быть применена система комбинированного освещения: дополнительный светильник местного освещения. В качестве источников света при искусственном освещении преимущественно светодиодные светильники. При устройстве отраженного освещения в производственных и административно-общественных помещениях допускается применение металлогалогенных ламп. В светильниках местного освещения допускается применение ламп накаливания, в том числе галогенные.

Нормы по освещению рабочей зоны в операторной приведены в

Таблица 5.2..

Таблица 5.2.4 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений

Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО е _н , %		КЕО е _н , %	
При системе комбинированного освещения		При верхнем или комбинированном освещении			При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	
При системе комбинированного освещения			Р, не более	Кп %, не более				
Всего	В том числе от общего							
750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9

Класс условий труда по освещенности соответствует допустимому (класс условий труда – 2) [37].

Неионизирующее излучение

Источником неионизирующего излучения в помещении операторной является блок персональной ЭВМ. Согласно [42] параметры напряженности электростатического поля, индукции магнитного поля, плотности магнитного поля и электростатического потенциала монитора находятся в пределах нормы. Облучение персонала ионизирующим излучением не предполагается. Тем самым, условия труда при действии неионизирующих электромагнитных полей и излучений на персонал, относятся к допустимому классу условий труда (класс условий труда – 2).

Тяжесть трудового процесса

Тяжесть трудового процесса работы оператора блока резервуарного парка характеризуется числом перемещения работника в пространстве, как по вертикали, так и по горизонтали.

Таблица 5.2.5 – Перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом в течение смены, км.

Класс (подкласс) условий труда			
оптимальный	допустимый	вредный	
1	2	3.1	3.2
По горизонтали:			
до 4	до 8	до 12	более 12
По вертикали:			
до 1	до 2,5	до 5	более 5

Данный показатель находится в пределах допустимых значений. Класс условий труда по тяжести трудового процесса соответствует допустимому (класс условий труда – 2) [37].

Электробезопасность

Основные непосредственные причины электротравматизма:

1. Контакт с токоведущими частями под напряжением при повреждении изоляции кабелей, проводов или электрического соединения токоведущих частей с указанными конструкциями.
2. Контакт с металлоконструкциями в случае пробоя на корпус оборудования.
3. Шаговое напряжение.

Для предотвращения поражения электрическим током оборудование операторной должно быть оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.

Здание операторной, как и все здания на объекте УПН имеет заземление. Дополнительно оснащается пассивным молниеотводом выполненном в стержневом варианте.

Таким образом, рабочий процесс при исправных технических средствах сводит электротравматизм к минимуму.

5.3. Экологическая безопасность

5.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Санитарно-защитная зона объекта.

Здание рассматриваемой операторной является частью площадки установки подготовки нефти, которая в свою очередь относится к объектам 1-го класса с нормативной санитарно-защитной зоной 1000 м [48].

Защита атмосферы.

Операторная не производит вредных выбросов в окружающую среду. Однако площадка резервуарного парка товарной нефти имеет параметры малого и большого дыхания посредством дыхательных клапанов. Выбросы в атмосферу представлены в основном углеводородами C1 – C10. Метод обезвреживания – рассеивание в атмосфере. Выбросы в атмосферу производятся в пределах ПДВ, установленного в проектной документации. Так как производственный процесс в нормальном состоянии герметизированный, то воздействие на атмосферу минимально.

Таблица 5.3.1 – Нормирование углеводородов [49]

Наименование вещества	Величина ПДК (мг/м3)		Класс опасности
	максимальная разовая	среднесуточная	
Смесь предельных углеводородов C1 – C5	200,0	50,0	4
Смесь предельных углеводородов C6 – C10	50,0	5,0	4
Бензол	15	5	2
Ксилол	50	-	3
Толуол	50	–	3

Защита гидросферы

На территории площадки установки подготовки нефти предусмотрена система очистки ливневых стоков в режиме динамического отстаивания. Очищенная вода с территории УПН подается в систему поддержания пластового давления на блок кустовых насосных станций. Следовательно,

воздействие на поверхностные и подземные водные объекты отсутствует. Шламосодержащие стоки производственных сточных вод от промывки сбрасываются в инвентарные емкости и вывозятся на полигон по сбору и утилизации промотходов. Нормативная массовая концентрация нефти в стоках не более 50 мг/л, механических примесей – не более 50 мг/л. Воздействие на гидросферу минимальное.

Защита литосферы.

Блок операторной производит следующие виды отходов:

- мусор от бытовых помещений;
- мусор от уборки территорий;
- отходы бумаги и картона;
- лом черных металлов в кусковой форме незагрязненный (огнетушители).

Блок резервуарного парка производит следующие виды отходов:

- шлам очистки трубопроводов и емкостей от нефти;
- обтирочный материал, загрязненный маслами, в количестве менее 15 %.

Сбор отходов 3 и 4 класса опасности осуществляется в герметичной, механически прочной, коррозионно-устойчивой таре и передается в сервисную организацию по обращению с отходами. Остальные отходы вывозятся на полигон по сбору и утилизации промотходов. Воздействие на литосферу минимальное.

5.3.2. Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Процесс исследования представляет из себя работу с информацией, такой как технологическая литература, статьи, ГОСТы и нормативно-техническая документация, а также оценка рисков ЧС и разработка мероприятий по снижению риска ЧС. Таким образом процесс исследования не имеет влияния негативных факторов на окружающую среду.

5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:

5.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

На территории резервуарного парка могут произойти ЧС, связанные со взрывом, пожаром, загрязнением территории, распространением токсических продуктов горения в атмосфере. Основные поражающие факторы – тепловое излучение, открытое пламя, ударная волна и осколки разрушенного оборудования, интоксикация персонала продуктами сгорания нефти.

Причины возникновения аварий:

1. Разрушение (разгерметизация) технологического оборудования, трубопроводов и арматуры.
2. Ошибки персонала;
3. Внешние воздействия природного и техногенного характера.

В основной части было показано, что для блока РВС начальным событием аварийных ситуаций является утечка нефти в результате разрушения резервуара или подводящего трубопровода.

Таблица 5.4.1 – Взрывопожароопасные и токсические свойства сырья, продукции, обращающихся в технологическом процессе подготовки нефти

Вещество	Класс опасности	Температура, °С			НКПР %	ВКПР, %
		всп	воспл	само воспл		
Нефтяная эмульсия	3	21	–	260–310	5	15
Попутный нефтяной газ	4	–	–	356	5	15
Асфальтосмолопарафиновые отложения	3	–	–	–	Не регламентировано	
Реагент-деэмульгатор	4	47	–	340	5,5	44
Реагент-ингибитор коррозии	3	–	–	320	Не регламентировано	

Согласно СП 12.13130.2009 [23] блок резервуарного парка относится к категории А – повышенная взрывопожароопасность.

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А – Повышенная взрывопожароо- пасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа

Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями:

- подбор электрооборудования во взрывобезопасном исполнении;
- сбор остатков жидких продуктов из оборудования при его остановке на ремонт осуществляется в дренажные емкости с последующим возвратом в систему, пары удаляются на факельную систему;
- защита труб и сооружений от коррозии;
- работы по наладке, ремонту, испытанию оборудования, систем контроля и управления, противоаварийной автоматической защиты должны исключать искрообразование. на проведение таких работ во взрывоопасных зонах оформляется наряд-допуск, разрабатываются меры, обеспечивающие безопасность организации работ.

Действия персонала по локализации и ликвидации аварии

Лицо, обнаружившее происшествие:

1. Предупреждает об опасности людей в опасной зоне.
2. Оповещает центральную инженерно-технологическую службу (ЦИТС).
3. Оповещает начальника смены УПН.

Начальник смены УПН:

1. Получив сообщение об аварии или визуальный и звуковой сигнал в операторной оценивает ситуацию. Сообщает диспетчеру пожарной охраны, начальнику УПН (зам.начальнику УПН), начальнику смены ЦИТС и далее по схеме оповещения.
2. Объявляет на УПН аварийное положение.
3. Дает указание:
 - 3.1. Всему персоналу использовать СИЗ, противогазы
 - 3.2. Подготовить первичные средства пожаротушения.
 - 3.3. При возгорании на небольшой площади разлива использовать первичные средства пожаротушения.
 - 3.4. Развернуть пожарно-техническое вооружение от ближайшего блока пожарных гидрантов и контролировать работу штатной системы пожаротушения.
 - 3.5. Отключить аварийный участок.
4. Проводит переключение всех необходимых задвижек посредством АРМ оператора.
5. Руководит работой ПАСФ.

5.4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте проведения исследований.

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

Основные причины пожара:

- Неработоспособное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя

выявлять и устранять неполадки, а также проводить плановый осмотр электрооборудования.

- Электрические приборы с дефектами. Профилактика пожара включает в себя своевременный и качественный ремонт электроприборов.
- Короткое замыкание. Необходимо скрыть электропроводку для уменьшения вероятности короткого замыкания.

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на рабочем месте проведения исследований:

- обучение, в т.ч. распространение знаний о безопасном поведении;
- пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;
- обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования).

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

Согласно СП 3.13130.2009 "Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях" [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**] для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

Также помещения должны быть оснащены средствами пожаротушения, а именно огнетушителями типа ОУ-2, ОУ-5 или ОП-5

(предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники).

Согласно СП 12.13130.2009 [26] помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу В1 – пожароопасное:

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
В1 пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б

Согласно статье 8 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [46] класс пожара в помещении места проведения исследований – А (пожары твердых горючих веществ и материалов).

Первоочередные действия работников при обнаружении возгорания, пожара или обнаружения признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры и т. п.):

– немедленно сообщить об этом в пожарную охрану по телефону 01 (с сотового – 101), необходимо адрес, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию;

– привести в действие ручной пожарный извещатель (при его наличии в здании). Ручные пожарные извещатели устанавливаются на путях эвакуации, перед выходами из здания/ сооружения/ помещения;

– по возможности принять меры, по тушению пожара используя первичные средства пожаротушения;

– покинуть здания по эвакуационным путям.

Результаты раздела

В разделе «Социальная ответственность» рассматривалась рабочая зона оператора товарного блока резервуарного парка на установке подготовки нефти. Исследовались вредные и опасные факторы, существующие при работе в помещении операторной. Установлено, что рабочее место по результатам СОУТ относится к классу 2 – допустимые условия труда.

По результатам анализа вредных и опасных факторов был определен комплекс применяемых средств коллективной защиты и индивидуальной защиты, меры по контролю загазованности рабочей зоны.

При анализе влияния блока резервуарного парка на окружающую среду затрагивались вопросы защиты селитебной зоны, защиты атмосферы, гидросферы, литосферы. Было определено, что для всего предприятия – установки подготовки нефти необходимо обустраивать санитарно-защитную зону в 1000 м. Установлено, что воздействие на атмосферу, гидросферу, литосферу минимально благодаря герметизированному процессу производства, непревышению нормативов ПДВ загрязняющих веществ в атмосферу, отлаженной системе обращения с отходами.

При анализе вероятных ЧС было определено начальное событие ЧС – утечка нефти в результате разрушения резервуара или подводящего трубопровода. Определены мероприятия по предотвращению пожароопасных ЧС, а также действия персонала по локализации и ликвидации ЧС.

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

6.1. Предпроектный анализ

6.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Особо важным этапом в процессе добычи и транспортировки нефти является предварительная подготовка нефти на участке установки подготовки нефти (УПН), где нефтесодержащая смесь проходит очистку от механических примесей, обессоливание и обезвоживание. Производство нефти является ресурсозатратным производством, а необходимость проведения исследования по оценке риска чрезвычайных ситуаций вызвана принадлежностью данного вида производства к разряду опасного производственного объекта (ФЗ №116 от 21.07.1997 г.) и обуславливается высокой стоимостью восстановления объектов технологической площадки при возникновении аварии.

Целью данного исследования является расчет риска ЧС на участке подготовки нефти и создание схемы управления производственной безопасностью с учетом возникновения опасных производственных ситуаций.

Потенциальными потребителями проведенного исследования являются отдел промышленной безопасности нефтегазодобывающих компаний. Расчеты осуществляются на некоммерческой основе.

6.1.2. Анализ конкурентных технических решений

С помощью анализа конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, возможно провести оценку эффективности научной разработки и определить ее направление для будущего развития. В таблице 6.1 приведена оценочная карта конкурентных технических решений для выполнения расчета риска ЧС. Сравнение осуществляется для двух методик – методики расчета пожарного риска

вручную и методики расчета с использованием специализированного программного продукта.

Таблица 6.1.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы оценки экономических решений		Конкурентоспособность	
		Бруч	Бпр	Круч	Кпр
1	2	3	4	5	6
Критерии оценки эффективности применения методик расчета					
1.Спрос методики расчета	0,1	3	4	0,3	0,4
2.Удобство в эксплуатации методик	0,12	4	5	0,48	0,6
3.Точность в расчетах	0,08	4	5	0,32	0,4
4.Возможности расчета по методике	0,06	5	5	0,3	0,3
5.Универсальность метода расчета	0,08	5	4	0,4	0,32
6.Эффективность расчета	0,1	3	4	0,3	0,4
7.Погрешность в расчетах	0,2	3	3	0,6	0,6
8.Эксплуатация на конкретном предприятии	0,1	2	5	0,2	0,5
9.Требовательность к полноте исходных данных	0,3	5	5	1,5	1,5
Итого	1	34	40	4,4	5,02

где сокращения: $B_{руч}$ – методика расчета, выполняемая вручную; $B_{пр}$ – методика расчета риска с использованием специализированного программного продукта. Конкурентные технические решения определяются по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (29)$$

где, K – конкурентоспособность разработки; B_i – вес показателя (выражается в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

Вывод: конкурентоспособность метода расчета пожарного риска вручную оценена в 4,4 балла, конкурентоспособность метода расчета пожарного риска с использованием специализированного программного продукта – в 5,02 балла. Численные оценки показывают, что метод расчета с использованием специализированного программного продукта является наиболее эффективным методом для расчета риска ЧС для площадки подготовки нефти.

6.1.3. SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов. Первый этап заключался в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могли появиться в его внешней среде.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках третьего этапа была составлена итоговая матрица SWOT-анализа (Таблица 6.1.1).

Таблица 6.1.1 –Результаты SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Актуальность проекта. С2. Наличие достоверной информации. С3. Использование современных методов исследования и оценки. С4. Выполнение требований законодательства. С5. Экологичность проекта.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие опыта в этой сфере исследования. Сл2. Отсутствие бюджетного финансирования. Сл.3. Трудоемкость исследования Сл.4. Высокие затраты времени
Возможности: Возможности: В1. Использование по отношению к любому опасному объекту. В2. Уменьшение затрат в результате ЧС В3. Рост потребности в оценке безопасности. В4. Понижение риска ЧС	В1С1С2С3С4С5С6, В2С1С2С3С4С5С6, В3С1С2С3С4С5, В4С1С2С3С4.	В3Сл3Сл4.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса. У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства У3. Возможность изменения методики оценки устойчивости объекта	У4С1С3С4С5С6С7	У1Сл2, У2Сл1Сл3Сл4, У3Сл2, У4Сл1Сл3Сл4.

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

6.1.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации

Оценим готовность проекта к коммерциализации. Для этого необходимо заполнить специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта. Перечень вопросов приведен в Таблица 6.1..

При проведении анализа по таблице, приведенной выше, по каждому показателю ставится оценка по пятибалльной шкале. При этом система измерения по каждому направлению (степень проработанности научного проекта, уровень имеющихся знаний у разработчика) отличается. Так, при оценке степени проработанности научного проекта 1 балл означает не проработанность проекта, 2 балла – слабую проработанность, 3 балла – выполнено, но в качестве не уверен, 4 балла – выполнено качественно, 5 баллов – имеется положительное заключение независимого эксперта.

Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать. Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i, \quad (30)$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. Так, если значение $B_{\text{сум}}$ получилось от 75 до 60, то такая разработка считается перспективной, а знания разработчика достаточными для успешной ее коммерциализации. Если от 59 до 45 – то перспективность выше среднего. Если от 44 до 30 – то перспективность средняя. Если от 29 до 15 – то перспективность ниже среднего. Если 14 и ниже – то перспективность крайне низкая.

По результатам оценки делается вывод об объемах инвестирования в текущую разработку и направления ее дальнейшего улучшения, об уровне

компетенций недостающих разработчику и возможности привлечения требуемых специалистов в команду проекта.

Таблица 6.1.3 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел	2	2
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	2
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	3
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	1	3
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	4	4
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	1	3
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	1	1
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	1	2
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	1	1
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	2
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	2	2
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	1	2
Итого		26	31

Вывод: в данном подразделе анализировалась готовность научного проекта к коммерциализации с помощью балльной оценки различных сторон

проекта, касающихся возможностей коммерциализации. $B_{\text{сум}}$ по степени проработанности проекта равна 26 баллам – степень проработанности проекта низкая, необходимо проработать все вопросы подготовки проекта коммерциализации. $B_{\text{сум}}$ по уровню имеющихся знаний у разработчика равна 31 баллу – знания разработчика по внедрению проекта на рынок неполные, необходимо обращаться к услугам консультантов по вопросам реализации научного проекта.

6.1.5. Выбор метода коммерциализации научно-технического исследования

Выделяют следующие методы коммерциализации научных разработок.

- торговля патентными лицензиями, т.е. передача третьим лицам права использования объектов интеллектуальной собственности на лицензионной основе. при этом в патентном законодательстве выделяющие виды лицензий: исключительные (простые), исключительные, полные лицензии, сублицензии, опционы;
- передача ноу-хау, т.е. предоставление владельцем ноу-хау возможности его использовать другим лицом, осуществляемое путем раскрытия ноу-хау;
- инжиниринг как самостоятельный вид коммерческих операций предполагает предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика, усовершенствованием имеющихся производственных процессов вплоть до внедрения изделия в производство и даже сбыта продукции;

- франчайзинг, т.е. передача или переуступка (на коммерческих условиях) разрешения продавать чьи-либо товары или оказывать услуги в некоторых областях;
- организация собственного предприятия;
- передача интеллектуальной собственности в уставной капитал предприятия;
- организация совместного предприятия, т.е. объединение двух и более лиц для организации предприятия;
- организация совместных предприятий, работающих по схеме «российское производство – зарубежное распространение».

Проанализировав перечисленные методы коммерциализации, был выбран наиболее подходящий метод коммерциализации – инжиниринг. Так как все работы по оценке промышленной безопасности и проектированию инженерно-технических мероприятий относятся к работам, напрямую влияющим на безопасность производственных объектов (которые можно далее назвать услугами), то их выполняют научно-исследовательские проектные организации, которые входят в соответствующую саморегулируемую организацию и получают допуск к этому виду работ. Таким образом, все перечисленные выше методы коммерциализации, за исключением инжиниринга, затруднены.

6.2. Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта.

6.2.1. Цели и результаты создания

В Таблица 6.2.1 представлены заинтересованные стороны расчета пожарного риска по двум методикам и ожидания заинтересованных сторон.

Таблица 6.2.1 – Заинтересованные стороны создания схемы управления производственной безопасностью с учетом опасных производственных ситуаций.

Заинтересованные стороны	Ожидания заинтересованных сторон
Сечин А.И. (научный руководитель, доктор технических наук, профессор ОКД ИШНКБ)	Выполнение работы в соответствии с планом и применением теоретических знаний по теории риска и изученных методик для расчетов. Получение результатов расчетов риска ЧС; Разработка схемы по управлению производственной безопасностью с учетом возникновения опасных производственных ситуаций.
Вержбицкий Е.В. (разработчик, студент-магистрант ОКД ИШНКБ)	Получение навыков в области разработки, применение полученных знаний на практике, составление рекомендаций по управлению производственной безопасностью с учетом возникновения опасных производственных ситуаций.

Таблица 6.2.2 – Цели и результаты создания схемы управления производственной безопасностью с учетом опасных производственных ситуаций.

Цели разработки	Повышение эффективности работы системы промышленной безопасности и охраны труда, снижение потенциального ущерба в результате ЧС
Ожидаемые результаты исследования	Расчет риска возникновения ЧС на участке предварительной подготовки нефти с использованием специализированных программ расчета и с использованием Методики по определению расчетных величин пожарного риска; Разработка схемы управления производственной безопасностью с учетом опасных производственных ситуаций.
Требования к результату исследования	Методики расчета поражающих факторов должны полностью соответствовать требованиям, прописанным в нормативной документации по пожарной безопасности. Необходимо учесть различные временные этапы развития опасной производственной ситуации при разработке мер по управлению производственной безопасностью

6.2.2. Организационная структура проекта

Организационная структура рабочей группы представлена в таблице 6.2.3.

Таблица 6.2.3 – Рабочая группа расчета риска ЧС и создания схемы управления производственной безопасностью с учетом опасных производственных ситуаций

№	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час
1	Вержбицкий Е.В.	Исполнитель проекта	Работа над реализацией проекта	200
2	Сечин А.И.	Руководитель проекта	Координация деятельности работы и оказание помощи в реализации проекта	50

В ходе реализации исследования по оценке риска ЧС и созданию схемы управления производственной безопасностью с учетом опасных производственных ситуаций, помимо магистранта задействован руководитель магистерской диссертации.

6.2.3. Ограничения в выполнении расчета пожарного риска

Факторы, ограничения и допущения представлены в таблице 6.2.4.

Таблица 6.2.4 – Факторы, ограничения и допущения проекта

Фактор	Ограничения/допущения
Источник финансирования	Финансирование не осуществляется
Сроки выполнения	12.03.19–1.06.19 г.
Дата утверждения плана управления проектом	14.03.2019 г.
Дата завершения проекта	15.05.2019 г.
Прочие ограничения и допущения	Ограничение по времени работы участниками проекта

6.3. Планирование научно-исследовательских работ

6.3.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

В данном разделе был составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в

Таблица 6. 6.3.1.

Таблица 6.3.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Выдача задания для работы над проектом	Научный руководитель
Выбор направления исследований	3	Постановка цели и задач	Научный руководитель
	4	Календарное планирование работ	Научный руководитель
	5	Поиск и изучение материала по теме	Студент
Теоретические исследования и практические расчеты	6	Подбор необходимого материала и анализ существующих разработок	Студент
	7	Проведение теоретических обоснований	Студент
	8	Расчет риска ЧС на установке предварительной подготовки нефти	Студент
	9	Создание схемы управления производственной безопасностью с учетом опасных производственных ситуаций	Студент
	10	Согласование данных с руководителем	Студент, научный руководитель
Обобщение и оценка полученных результатов	11	Оценка и анализ полученных результатов	Студент
	12	Заключение по работе	Студент
Оформление отчета по диссертации	13	Составление пояснительной записки к работе	Студент

6.3.2. Разработка графика проведения научного исследования

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта (таблицы 6.3.2–6.3.3)

Таблица 6.).


Таблица 6.3.2 – Календарный план проекта

№ работы	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Составление и утверждение темы проекта	2	11.03	12.03	Руководитель
2	Выдача задания по тематике проекта	2	13.03	14.03	Рук. – студент
3	Постановка задачи	3	5.03	7.03	Студент
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	2	11.03	12.03	Рук. – студент
5	Подбор литературы по тематике работы	5	13.03	17.03	Студент
6	Сбор материалов и анализ существующих методик	10	18.03	28.03	Студент
7	Проведение теоретических и экспериментальных расчетов и обоснований	10	29.03	5.04	Студент
8	Анализ конкурентных методик	7	6.04	13.04	Студент
9	Выбор наиболее подходящей и перспективной методики	5	14.04	18.04	Рук. – студ.
10	Согласование полученных данных с научным руководителем	5	19.04	23.04	Рук. – студ.
11	Оценка эффективности полученных результатов	3	24.04	26.04	Студент
12	Работа над выводами по проекту	3	27.04	29.04	Студент
13	Составление пояснительной записки к работе	21	30.04	20.05	Студент

На основе таблицы 6.3.2. был построен календарный план-график (диаграмма Ганта). График был построен для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе таблицы 6.3.3 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени

дипломирования. При этом работы на графике следует были выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 6.3.3 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работы	Вид работы	Исполнители	Тki, кал.дней	Продолжительность выполнения работ							
				Март			Апрель			Май	
				1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	2								
2	Выдача задания по тематике проекта	Рук. – студент	2		 						
3	Постановка задачи	Студент	2								
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки проекта	Рук. – студент	3		 						
5	Подбор литературы по тематике работы	Студент	7								
6	Сбор материалов и анализ существующих методик	Студент	3								
7	Проведение теоретических и экспериментальных расчетов и обоснований	Студент	9								
8	Анализ конкурентных методик	Студент	7								
9	Выбор наиболее подходящей и перспективной методики	Рук. – студ.	5								
10	Согласование полученных данных с научным руководителем	Рук. – студ.	4								
11	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	3								
12	Работа над выводами	Студент	3								
13	Составление пояснительной записки к работе	Студент	4								



Руководитель.



Студент.

6.3.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета научного исследования при выполнении диссертации, необходимо обеспечить полное и верное отражение различных видов расходов, связанных с его выполнением.

Таблица 6.3.4 – Материальные затраты (для проектного варианта исполнения)

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед.руб	Сумма, руб
Бумага	лист	200	2	400
Картридж	шт	1	1000	1000
Дополнительная литература	шт	2	400	800
Флешка	Гб	8	65	520
Всего за материалы				2720
Транспортно-заготовительные расходы				136
Итого по статье См				2856

Таблица 6.3.5 – Материальные затраты (для варианта-аналога исполнения)

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед.руб	Сумма, руб
Бумага	лист	400	2	800
Маркеры	шт	2	80	160
Ручка	шт	3	40	120
Картридж	шт	2	1000	2000
Дополнительная литература	шт	2	400	800
Флешка	Гб	8	65	520
Всего за материалы				4400
Транспортно-заготовительные расходы				220
Итого по статье См				4620

Так как расходы по заработной плате и отчислениям для двух вариантов одинаковы, то считаем их только для одного варианта исполнения.

6.3.4. Основная заработная плата исполнителей темы

Данный подпункт включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату. Баланс рабочего времени представлен в таблице 6.3.6.

Таблица 6.3.6. – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	118	118
– выходные дни		
– праздничные дни		
Потери рабочего времени	28	28
– отпуск		
– невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	219	219

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (31)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (32)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;
- при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F\partial$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. пред).

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_б \cdot (k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (33)$$

где $З_б$ – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

k_d – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

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

Таблица 6.3.7 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$З_б$	K_p	$З_m$	$З_{дн}$	$Т_p$	$З_{осн}$	M	$F\partial$
Руководитель	23264,9	1,3	30244,32	1546,74	16	24747,86	11,2	219
Студент	14874,5	1,3	19336,79	988,91	76	75157,40	11,2	219

6.3.5. Дополнительная заработная плата

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

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

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн}, \quad (34)$$

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

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты (10%);

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

Таблица 6.3.8 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Студент
Основная зарплата	24747,86	75157,40
Дополнительная зарплата	2474,79	7515,74
Зарплата исполнителя	27222,7	82673,1

6.3.6. Отчисления на социальные нужды

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (35)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр., 30%).

Руководитель	Студент
8166,8 рублей	24801,9 рублей

6.3.7. Накладные расходы

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{накл} = k_{накл} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (36)$$

где $k_{накл}$ – коэффициент накладных расходов (16 %).

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляем калькуляцию плановой себестоимости НТИ (таблица 6.16)

Таблица).

Таблица 6.3.9 – Группировка затрат по статьям

	Руководитель	Студент	Итого
Покупные изделия	—	—	2856 (1) 4620 (2)
Основная заработная плата	24747,9	75157,4	99905,3
Дополнительная заработная плата	2474,79	7515,74	9990,53
Отчисления на социальные нужды	8166,8	24801,9	32968,74
Накладные расходы	4355,62	13227,70	17583,32
Итого плановая себестоимость	39745,07	120702,74	163303,81 (1) 165067,81 (2)
(1) – проектный вариант исполнения; (2) – аналоговый вариант исполнения.			

6.3.8. Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\Phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (37)$$

где I_{Φ}^p – интегральный финансовый показатель разработки;

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Для аналогичного варианта исполнения:

$$165067,81/165067,81=1;$$

Для проектного варианта исполнения:

$$163303,81/165067,81=0,99.$$

Проектный вариант исполнения дешевле на 1 %.

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

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad (38)$$

$$I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p, \quad (39)$$

где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i – весовой коэффициент i -го параметра;

a_i, b_i^p – балльная оценка i -го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Данные для расчета интегрального показателя ресурсоэффективности приведены в 6.3.10.

*Таблица 6.3.10 – Сравнительная оценка характеристик вариантов
исполнения проекта (по пятибалльной шкале)*

ПО Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект (с применением специализированных программ)	Аналог (ручной расчет)
Способствует улучшению промышленной безопасности на объекте	0,1	5	5
Удобство в применении методики	0,15	5	2
Степень требовательность к исходным данным	0,15	4	4
Энергосбережение	0,25	4	3
Точность	0,2	5	2
Материалоемкость	0,15	3	5
Итого:	1		

$$I_{\pi} = 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,15 = 4,3;$$

$$I_a = 5 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,15 = 3,3.$$

Интегральный показатель эффективности разработки ($I_{\text{финр}}^p$) и аналога ($I_{\text{финр}}^a$), определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p}, \quad (41)$$

$$I_{\text{финр}}^a = \frac{I_m^a}{I_{\phi}^a}. \quad (42)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a}, \quad (43)$$

где $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{финр}}^p$ – интегральный показатель разработки;

$I_{\text{финр}}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Таблица 6.3.11 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатель	Аналог	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,99
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,3	3,3
3	Интегральный показатель эффективности	4,3	3,33
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,77	

Расчет сравнительной эффективности вариантов исполнения исследования показал, выполнение исследования с использованием программного обеспечения эффективней, чем выполнение по аналогичному варианту с использованием расчета вручную.

Результаты раздела

При выполнении данного раздела был проведен сравнительный анализ данной продукции с конкурентами. Выполнен SWOT-анализ, в ходе которого были описаны сильные и слабые стороны проекта, его возможности и угрозы.

Определена трудоемкость выполнения работ и разработан график проведения научного исследования, составлен перечень этапов, работ и распределены исполнители.

Посчитаны материальные расходы на исследование для двух вариантов исполнения, а также основная и дополнительная заработная плата всех исполнителей темы: руководителя, студента.

Был сформирован бюджет затрат научно-исследовательского проекта по наиболее эффективному варианту. Он равен 163303,81 рубля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования разработаны все разделы по структуре паспорта безопасности опасного производственного объекта для установки подготовки нефти (УПН) на нефтяном месторождении.

Изучены нормативные требования по составлению паспорта безопасности опасного производственного объекта.

Произведенный расчет рисков и анализ опасностей на УПН, что наиболее опасным событием развития ЧС является поздний взрыв паров нефти с места пролива на блоке резервуарного парка РВС–10000. Количество нефти, участвующего в аварии при проливе в пределах обвалования, достигает 12,6 т, масса паров вещества, испарившихся с места пролива представляет 1,26 т. Наиболее вероятное событие развития ЧС на блоке сепараторов первичной очистки так же представляет поздний взрыв с показателем частоты реализации позднего взрыва $1,05 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$.

Подготовлен ситуационный план технологической площадки УПН с построенными радиусами избыточного давления при реализации раннего и позднего взрывов, термического излучения при пожаре пролива. Построены зоны потенциального риска, с вероятностью поражения человека при возникновении опасного сценария $2,08 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$ для РВС и $1,25 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$ для НГСВ соответственно.

Разработан план мероприятий по локализации, ликвидации и последствий аварий на установке подготовки нефти.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

Шевченко В. Е., Вержбицкий Е. В. Определение рисков на типовых участках магистрального трубопровода // Ресурсоэффективные системы в управлении и контроле: взгляд в будущее: сборник научных трудов VII Международной конференции школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых, Томск, 8-13 Октября 2018. - Томск: ТПУ, 2018 - Т. 2 - С. 170-174.

Овчинникова И.С., Вержбицкий Е.В. Обособление необходимости проведения анализа территориальных рисков промышленной площадки // Risks and safety in rapidly changing world : materials of the VI international scientific conference on May 10–11, 2018. – Prague : Vědecko vydavatelské centrum «Sociosféra-CZ», 2018.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ МЧС № 506 от 4.11.2004 «Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта».
2. Приказ МЧС от 10.07.2009 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».
3. Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 г. №144 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах».
4. ГОСТ 12.3.047–2012 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов».
5. Федеральный закон ФЗ от 20.06.1997 г. №116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
6. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».
7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».
8. СО 153-34.21.122-2003 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленной коммуникации».
9. Градостроительный кодекс РФ от 29.12.2004 года №190–ФЗ.
10. ГОСТ Р 55201–2012 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Порядок разработки перечня мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера при проектировании объектов капитального строительства».
11. СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне».
12. Методическое пособие к СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне».

13. Федеральный закон от 12.02.1998 г. № 28–ФЗ «О гражданской обороне».
14. ГОСТ Р 22.0.02–2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения».
15. Постановление Правительства РФ от 3.10.98 г. № 1149 «О порядке отнесения территорий к группам по гражданской обороне»
16. ГОСТ Р 42.0.02–2001 «Гражданская оборона. Термины и определения основных понятий».
17. ГОСТ Р 42.4.01–2014 «Гражданская оборона. Защитные сооружения гражданской обороны. Методы испытаний».
18. ГОСТ Р 42.4.01–2015 «Гражданская оборона. Защитные сооружения гражданской обороны. Классификация. Общие технические требования».
19. Постановление Правительства РФ от 29.11.1999 г. № 1309 «О порядке создания убежищ и иных объектов гражданской обороны».
20. Федеральный закон от 11.11.1994 г. № 68–ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
21. Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123–ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
22. ГОСТ 12.1.044–2018 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожаровзрывоопасность веществ и материалов».
23. ГОСТ 12.3.047–2012 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов».
24. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».
25. Приказ Ростехнадзора от 17.08.2015 г. № 317 «Методика анализа риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазодобычи».
26. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

27. Пособие по применению СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной опасности».
28. Приказ Ростехнадзора от 15.07.2013 г. №306 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта».
29. Федеральный закон от 27.07.2010 г. №225–ФЗ «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте».
30. Постановление Правительства РФ от 26.08.2013 г. №730 «Об утверждении Положения о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах».
31. А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. –М.: «Пожнаука», 2004.
32. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ, Томск 2019.
33. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ.
34. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».
35. ГОСТ 12.0.003-2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015.
36. ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».
37. Результаты специальной оценки условий труда в ПАО «Роснефть».

38. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы».
39. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы».
40. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».
41. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
42. Р 2.2.2006-05 «Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».
43. ГОСТ Р 12.1.019-2009. «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».
44. ГОСТ Р 51858-2002 «Нефть. Общие технические условия»
45. «Правила устройства электроустановок (ПУЭ)» Шестое издание, дополненное с исправлениями. Госэнергонадзор, Москва, 2000.
46. Долин П. А. Справочник по технике безопасности. – Энергоатомиздат, 1984.
47. СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий.
48. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».
49. ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест»
50. СП 3.13130.2009. «Свод правил. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности» (утв. Приказом МЧС РФ от 25.03.2009 № 173).

Приложение А

(обязательное)

РАЗДЕЛ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ, ВЫПОЛНЕННЫЙ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ71	Вержбицкий Евгений Вениаминович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин Александр Иванович	д.т.н.		

Консультант кафедры иностранных языков физико-технического института

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Ажель Юлия Петровна			

DEVELOPMENT OF SAFETY DATA SHEET FOR AN OIL FIELD OBJECT

The structure of the safety data sheet of the hazardous industrial facility

The safety data sheet is an information and reference document that contains information about the readiness of the facility to eliminate emergency situations and developed measures to prevent them.

The main purpose of the development of the safety data sheet of an HIF is to determine emergency risk indicators for operating personnel of a facility and the population living nearby, to determine possible emergencies at the facility, to assess the likely consequences of an emergency at the facility, to assess the possible impact of emergencies that have occurred on neighboring HIFs, to develop risk reduction measures and mitigate hazardous situations at a hazardous facility.

This document is being developed for facilities using, producing, processing, storing or transporting radioactive, fire-explosive, hazardous chemicals that pose a real threat of an emergency, i.e. to all classes of hazardous production facilities.

The safety data sheet of the HIF is developed for the following tasks:

- definition of indicators of the degree of risk of emergencies for the personnel of a hazardous facility and the population living near;
- determine the possibility of an emergency at a hazardous facility;
- assess the possible consequences of an emergency at a hazardous facility;
- assessing the possible impact of emergencies that have arisen on neighboring hazardous facilities;
- assess the state of work on emergency prevention and preparedness for emergency response at a hazardous facility;
- development of measures to reduce the risk and mitigate the consequences of an emergency at a hazardous facility.

The safety data sheet of an HIF is prepared at the beginning of January of the current year and is supplemented or corrected as necessary, with the introduction

of changes in all copies. Adjustment and updating of the document is carried out annually.

SDS HIF is developed once every 5 years in the amount of two copies. One of which is consistent with the General Directorate of the Emergencies Ministry of Russia at the location of the facility and remains at the facility, the second copy is sent to the General Directorate of the Emergencies Ministry of Russia at the location of the facility.

The safety data sheet is reissued after 5 years, as well as when the scope of activity, reconstruction, modernization of technological processes of the facility is changed.

The organization of the development of a safety data sheet of a hazardous object is assumed by the management of the enterprise. In drawing up the document should be based on the main sections of the typical safety data sheet:

- “General characteristics of the hazardous object”;
- “Emergency Risk Indicators”;
- “Characteristics of accidents and injuries”;
- “Characteristics of organizational and technical measures to ensure the safety of the facility and readiness for emergency response”;
- situational plan.

General characteristics of the studied site for the preparation of oil and gas in the oil field

The main production activity of the operating organization is the extraction, preparation and refining of crude oil and associated natural gas to the parameters of commercial quality. The field is a projected area for the construction of technological sites. When launching cluster drilling rigs, design documentation provides for the installation of an oil treatment facility (OTF), gas treatment facility (GTF) and gas compressor facility (GCF). This complex provides consistent purification of oil and associated natural gas from produced water and mechanical

impurities. Produces the preparation of oil and natural gas to the parameters of commercial quality.

Oil treatment facility. Parameters, amount of substance

The object under study (oil treatment facility) is a hazardous production facility. After putting the HIF into service, it is subject to mandatory registration in the state register of hazardous production facilities. The oil treatment plant belongs to the I class of danger.

Technological facilities of the OTF are designed to provide:

- continuous acceptance of well production, oil treatment.
- receiving stable gas condensate;
- supply of marketable oil to the tank truck site (automatic filling);
- gas purification of the first stage of separation from dropping liquid, supplying gas of the first stage and low pressure compressed gas to the gas compressor facility (hereinafter referred to as GCF) of an oil and gas field;
- gathering and supply of oil vapor from the tanks to the compressor units, followed by compression to the pressure of the second separation stage;
- gas supply for technological needs of the OTP;
- measure the amount of oil, gas, water in each direction;
- supply of a mixture of reservoir, as well as purified industrial and rainwater runoff, treated household wastewater using retaining pumps of night vision devices for further transportation to the inlet of the main pumps of the block-pumping station (BPS);
- supply of treated domestic wastewater to the BPS for injection into the reservoir pressure maintenance system (RPM).
- The preparation of oil and gas implies the existence and operation of the following technological facilities on the territory of the OTP:
 - oil and gas separators (OGS);
 - oil and gas separators with water discharge (OGSW);

- low pressure flare unit;
- furnace areas;
- platform of compressor units;
- reservoir park of vertical steel tank (VST);
- drainage tank system;
- dosing units of demulsifier and inhibitors;
- system for measuring the amount and quality indicators of oil;
- point of release of oil;
- auxiliary facilities (workshop with warehouse, operating room, warehouses of gas cylinders and chemical reagents, etc.).

The length of the territory occupied by the OTP within the fence is 460x520 m.

Regulatory sanitary protection zone for OTP is 1000 m. The protection zone is the entire territory of the field.

Within the sanitary protection zone, the construction of residential buildings and facilities, cultural and community facilities, the placement of drinking water intakes and the drinking water system is prohibited. Settlements in the immediate vicinity of the object.

The largest working shift serving the oil preparation and pumping shop at the OTP is 24 people. In total, there are 165 workers at the oil preparation site.

The gases released during the separation and transport of the gas-liquid mixture are flammable and are capable of forming explosive mixtures with air when leaking.

Number of substances circulating at the facility:

- oil;
- associated petroleum gas (APG);
- gas condensate;
- chemical reagents (demulsifier, corrosion inhibitor, scale inhibitor, oxygen scavenger);

- nitrogen – fireproof group;
- propane;
- diesel fuel (DF).
- The total amount of hazardous substances in the turnover of the OTP includes:
 - combustible gases – 25.66 t;
 - flammable liquids, flammable liquids (oil, gas condensate, chemicals, diesel fuel) – 21956.21 tons.

The oil treatment unit for the total amount of flammable liquids is classified as hazard class I.

Gas treatment installation. Parameters, amount of substance

The oil treatment installation is closely related to the gas treatment facility (GTF). Therefore, the design documentation provides for the construction of GTF, which includes two production lines:

- high pressure production line (HP line);
- low pressure production line (LP line).

GTF facilities are designed for the separation of natural gas from the oil and gas field cluster fields from liquid plugs, dropping liquid and mechanical impurities with a further supply of gas to the gas compressor facility of the oil and gas field.

The following technological facilities are envisaged at the GSF site of the deposit:

- flare;
- flare separator;
- condensate collection tank;
- air compressor station (I & C);
- auxiliary facilities (operator, workshop, heated warehouse, welding station, etc.).

Technological facilities of the GTF are designed to provide:

- continuous reception and metering of natural gas from sites of gas well pads in an oil and gas field;
- separation of raw (reservoir) gas from liquid plugs, liquid droplets and mechanical impurities;
- operational accounting of natural gas supplied to the GSF site for the purpose of further gas treatment;
- purging of the input loops on the horizontal flare unit of the located on the GTF site;
- supply of water-methanol mixture from the GTF site to the GSF site;
- production of inert gas (technical nitrogen) for the needs of the GTF and GSF facilities;
- air storage of instrumentation and automation equipment for the needs of the GTF (for supplying pneumatic actuators with regulating, shut-off and regulating and shut-off valves);
- reception and storage of hydrate formation inhibitor, kerosene; internal transfer of hydrate inhibitor, kerosene, as well as external transfer of hydrate inhibitor for the needs of GTF and GSF.

The length of the territory of the site of GTF (within the fence) is 370x170 m.

The size of the sanitary protection zone for gas treatment facilities is 1000 m. The boundary of the restricted area is determined by the perimeter of the fence of the gas compressor facility.

Gas compressor facility. Parameters, amount of substance

The prepared gas from the GTF site enters the gas compressor facility GCF, the main purpose of which is to compress the associated petroleum gas (APG) coming from the OTF and natural gas coming from the GTF of the oil and gas field for further transportation through the gas pipeline to the central collection point (CPS) of the field.

The target product of the GSF is gas, which is compressed and heated to the parameters sufficient for its transportation to the oil and gas gathering of field.

Technological scheme includes the following main stages:

- gas separation;
- gas compression;
- low-temperature separation;
- gas heating;
- gathering and pumping of condensate.

To ensure the efficiency of the technological scheme provides:

- air receiving unit;
- flare installation;
- emergency diesel power station;
- fuel gas treatment unit;
- oil outlet;
- chemical dosing unit (methanol).

The process of compressing gas is a continuous automated process, which is controlled from the operator. Operational maintenance and minor repairs are carried out by the staff of the department for the preparation and compression of gas GTF and GCF. The main work requiring the involvement of additional personnel falls on the periods of station shutdown (once a year during the summer period) for equipment repair.

The total area of the GCF site in the fence is 2.5 hectares.

The facilities of the gas treatment facility of the oil and gas field are serviced by the personnel of the gas treatment and compression department of the gas treatment facility and gas compressor facility located on the territory of the gas treatment facility. The total number of workers in the workshop is 139, and the LDC consists of 43 employees.

The following hazardous substances are addressed at the sites of the GTF and GCF:

- associated petroleum gas;
- natural gas;

- gas condensate;
- chemical agent (corrosion inhibitor, hydrate inhibitor);
- kerosene;
- diesel fuel;
- methanol;
- engine oil for diesel power station.

The total quantity of hazardous substances in the UGG turnover is expressed as follows:

- combustible gases – 8.83 tons;
- flammable liquids, (kerosene, diesel fuel, methanol) – 134.49 tons;
- combustible liquids (engine oil) – 26,24 t.

The total amount of hazardous substances in the circulation of the GSF includes:

- combustible gases – 1.48 t;
- flammable liquids, (kerosene, diesel fuel, methanol) – 6.8 tons;
- flammable liquids (engine oil) – 16.4 tons.

Since the distance between the UPG and the GKS is less than 500 m, the total amount of hazardous substances of one type is taken into account.

The total amount of substances on UPG and GKS is:

- combustible gases – 10.31 t;
- flammable liquids, (kerosene, diesel fuel, methanol) – 141.29 tons;
- combustible liquids, (engine oil) – 42,64 t.

The total amount of a hazardous substance at the sites of the GTF and the GCF is less than 200 tons, which confirms the III hazard class of the object.

Justification of the choice of the object of study

Based on the presented amount of chemical agents in the process of oil preparation and refining, the oil treatment unit was chosen as the object of study. The largest amount of organic matter (21.96 tons – oil) is drawn on the VST – 10000 tank farm unit. It is assumed that the accident on this unit may have the most

damaging parameters. On this basis, the calculation of hazardous scenarios for the development of emergency situations on the VST – 10000 tank oil tank farm unit is carried out.

According to the flow pattern of the process flows in the main process units at the OTF site presented in Figure A.1, the primary unit for oil refining is a block of oil and gas separators with NGSV water discharge. These separators are necessary for dehydration, desalting of oil emulsion, and also separation of the gas phase. Due to the fact that crude oil may have a high water cut, of the order of 80%, it also contains a suspension of mechanical impurities. Paraffin and abrasive deposits inside the separators of the primary cleaning stage adversely affect the equipment, increasing the wear of the apparatus. Thus, the separators need more frequent maintenance than other process units in the OTF. So separators of gas and oil was taken into consideration as a place for the development of the most likely scenario for the development of emergency situations.

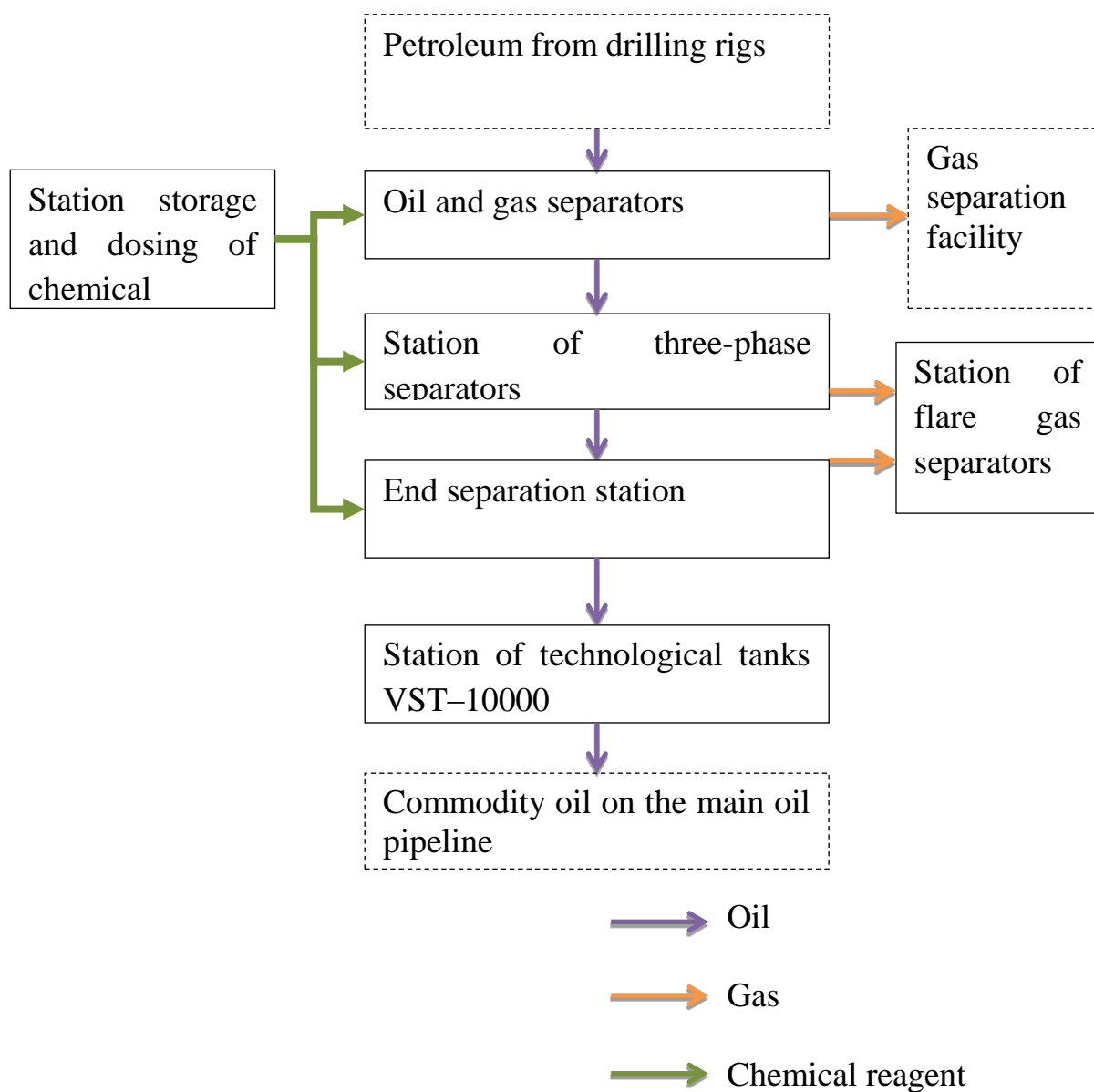


Figure A.1 – The block diagram of the process flow of oil treatment facility

Приложение Б **(справочное)** **ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОРАЖАЮЩИХ ФАКТОРОВ** **В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ «ТОКСИ+»**

Взрыв топливно-воздушной смеси

Вещество: Метан

Удельная теплота сгорания: 50,1 МДж/кг

Стехиометрическая концентрация: 0,068096 кг/м³

Класс чувствительности вещества: Слабо-чувствительные вещества

Агрегатное состояние вещества: Гетерогенное

Температура окружающей среды: 35 °C

Концентрация горючего в смеси: ☒ Равна стехиометрической 6,09 кг/м³

Масса горючего в облаке: 22,68 кг

Скорость фронта пламени: 200 м/с ☒ Определяется программой

Средне загроможденное пространство

☒ Облако у поверхности земли

Давление-импульс | Давление | Давление-импульс

Детерминированные критерии поражения. РД 03-409-01

Критерий	Давление-импульс (Па ² ·с)	Давление (кПа)	Давление (Па·с)	Расстояние (м)
<input checked="" type="checkbox"/> 50% выживание	144000000	243	440	0
<input checked="" type="checkbox"/> Порог выживания	16200000	65,9	100	0
<input checked="" type="checkbox"/> Полное разрушение зданий	886100	70,1	770	0
<input checked="" type="checkbox"/> Граница области сильных разрушений	541000	34,5	520	0
<input checked="" type="checkbox"/> Граница области значительных повреждений	119200	14,6	300	0
<input checked="" type="checkbox"/> Граница области минимальных повреждений	8950	3,6	100	12,3
<input checked="" type="checkbox"/> Полное разрушение остекления	0	7	0	0
<input checked="" type="checkbox"/> 50% разрушение остекления	0	2,5	0	21,97
<input checked="" type="checkbox"/> 10% и более разрушение остекления	0	2	0	29,12

Определение давления и импульса на заданном расстоянии

Расстояние (м)	Давление (кПа)	Давление-импульс (Па·с)
50	1,2493	352,97
100	0,6542	170,82
200	0,33449	83,83
300	0,22463	55,51
400	0,16909	41,5
500	0,13557	33,13
600	0,11314	27,57
700	0,09708	23,61
800	0,08501	20,64
900	0,07561	18,34
1000	0,06808	16,5

Рисунок Б.1 – Показатели импульса волны давления при раннем взрыве блока РВС

Взрыв топливно-воздушной смеси

Вещество: Пропан

Удельная теплота сгорания: 47,54 МДж/кг

Стехиометрическая концентрация: 0,081003 кг/м³

Класс чувствительности вещества: Чувствительные вещества

Агрегатное состояние вещества: Гетерогенное

Температура окружающей среды: 35 °C

Концентрация горючего в смеси: ☒ Равна стехиометрической, 6,09 кг/м³

Масса горючего в облаке: 1261,67 кг

Скорость фронта пламени: ☒ Определяется программой, 200 м/с

Средне загроможденное пространство: Средне загроможденное пространство

☒ Облако у поверхности земли

Давление-импульс | Давление | Давление-импульс

Детерминированные критерии поражения. РД 03-409-01

Критерий	Единица	Значение	Единица	Значение	Единица	Значение	Единица	Значение
50% выживание	Па ² ·с	144000000	кПа	243	Па·с	440	м	0
Порог выживания	Па ² ·с	16200000	кПа	65,9	Па·с	100	м	37,1
Полное разрушение зданий	Па ² ·с	886100	кПа	70,1	Па·с	770	м	0
Граница области сильных разрушений	Па ² ·с	541000	кПа	34,5	Па·с	520	м	86,23
Граница области значительных повреждений	Па ² ·с	119200	кПа	14,6	Па·с	300	м	148,57
Граница области минимальных повреждений	Па ² ·с	8950	кПа	3,6	Па·с	100	м	424,31
Полное разрушение остекления	Па ² ·с	0	кПа	7	Па·с	0	м	251,44
50% разрушение остекления	Па ² ·с	0	кПа	2,5	Па·с	0	м	578,28
10% и более разрушение остекления	Па ² ·с	0	кПа	2	Па·с	0	м	702,09

Определение давления и импульса на заданном расстоянии

Расстояние, м	Давление, кПа	Импульс, Па·с
50	59,60987	11710,06
100	27,06693	5855,03
200	9,55147	2927,52
300	5,5594	1951,68
400	3,87724	1463,76
500	2,96424	1171,01
600	2,39474	975,84
700	2,00684	836,43
800	1,72612	731,88
900	1,51378	650,56
1000	1,34767	585,5

Рисунок Б.2 – Показатели импульса волны давления при позднем взрыве блока РВС

Взрыв топливно-воздушной смеси

Вещество: Метан

Удельная теплота сгорания: 50,1 МДж/кг

Стехиометрическая концентрация: 0,068096 кг/м³

Класс чувствительности вещества: Слабо-чувствительные вещества

Агрегатное состояние вещества: Гетерогенное

Температура окружающей среды: 35 °C

Концентрация горючего в смеси: ☒ Равна стехиометрической: 6,09 кг/м³

Масса горючего в облаке: 22,68 кг

Скорость фронта пламени: ☒ Определяется программой: 200 м/с

Средне загроможденное пространство: ☒ Облако у поверхности земли

Давление-импульс | Давление | Давление-импульс

Детерминированные критерии поражения. Методика определения размера поселения, попавшего под риск пожара на производственном объекте

Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах

Критерий	Давление (кПа)	Расстояние (м)
<input checked="" type="checkbox"/> Полное разрушение зданий	100	0
<input checked="" type="checkbox"/> Воспламенение древесины	53	0
<input checked="" type="checkbox"/> Средние повреждения зданий	28	0
<input checked="" type="checkbox"/> Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам и т.п.)	12	0
<input checked="" type="checkbox"/> Нижний порог повреждения человека волной давления	5	0
<input checked="" type="checkbox"/> Малые повреждения (разбита часть остекления)	3	16,99

Детерминированные критерии поражения. Управление согласно пожарному риску, 2006

Руководство по оценке пожарного риска, 2006 г.

Критерий	Давление (кПа)	Расстояние (м)
<input checked="" type="checkbox"/> Люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, погибнут в результате прямого поражения УВ, под развалинами зданий или вследствие удара о твердые предметы	190	0
<input checked="" type="checkbox"/> Наиболее вероятно, что все люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, либо погибнут, либо получат серьезные повреждения в результате действия взрывной волны, либо при обрушении здания или перемещении тела взрывной волной	69	0
<input checked="" type="checkbox"/> Люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, либо погибнут или получат серьезные повреждения барабанных перепонок и легких под действием взрывной волны, либо будут поражены осколками и развалинами здания	55	0
<input type="checkbox"/> Обслуживающий персонал получит серьезные повреждения с возможным летальным исходом в результате поражения осколками, развалинами здания, горящими предметами и т.п. Имеется 10%-ая вероятность разрыва барабанных перепонок	24	0
<input checked="" type="checkbox"/> Возможна временная потеря слуха или травмы в результате вторичных эффектов взрывной волны, таких, как обрушение зданий, и третичного эффекта переноса тела	16	0
<input checked="" type="checkbox"/> С высокой надежностью гарантируется отсутствие летального исхода или серьезных повреждений	5,9	0

Определение расстояния, на котором достигается заданное давление

Критерий	Давление (кПа)	Расстояние (м)
<input checked="" type="checkbox"/> Пользовательский критерий	2	29,12

Рисунок Б.3 – Показатели воздушной ударной волны при раннем взрыве блока РВС

Взрыв топливно-воздушной смеси

Вещество: Пропан

Удельная теплота сгорания: 47,54 МДж/кг

Стехиометрическая концентрация: 0,081003 кг/м³

Класс чувствительности вещества: Чувствительные вещества

Агрегатное состояние вещества: Гетерогенное

Температура окружающей среды: 35 °C

Концентрация горючего в смеси: ☒ Равна стехиометрической 6,09 кг/м³

Масса горючего в облаке: 1261,67 кг

Скорость фронта пламени: ☒ Определяется программой 200 м/с

Средне загроможденное пространство

☒ Облако у поверхности земли

Давление-импульс Давление Давление-импульс

Детерминированные критерии поражения. Методика определения размера поселения, попавшего под риск пожара на производственном объекте. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах

<input checked="" type="checkbox"/>	Полное разрушение зданий	100	кПа	0	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Воспламенение древесины	53	кПа	61,18	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Средние повреждения зданий	28	кПа	97,93	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам и т.п.)	12	кПа	170,24	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Нижний порог повреждения человека волной давления	5	кПа	326,06	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Малые повреждения (разбита часть остекления)	3	кПа	494,86	м

Детерминированные критерии поражения. Управление согласно пожарному риску. 2006. Руководство по оценке пожарного риска. 2006 г.

<input checked="" type="checkbox"/>	Люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, погибнут в результате прямого поражения УВ, под развалинами зданий или вследствие удара о твердые предметы	190	кПа	0	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Наиболее вероятно, что все люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, либо погибнут, либо получат серьезные повреждения в результате действия взрывной волны, либо при обрушении здания или перемещении тела взрывной волной	69	кПа	0	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, либо погибнут или получат серьезные повреждения барабанных перепонок и легких под действием взрывной волны, либо будут поражены осколками и развалинами здания	65	кПа	57,65	м
<input type="checkbox"/>	Обслуживающий персонал получит серьезные повреждения с возможным летальным исходом в результате поражения осколками, развалинами здания, горящими предметами и т.п. Имеется 10%-ая вероятность разрыва барабанных перепонок	24	кПа	107,78	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Возможна временная потеря слуха или травмы в результате вторичных эффектов взрывной волны, таких, как обрушение зданий, и третичного эффекта переноса тела	16	кПа	139,97	м
<input checked="" type="checkbox"/>	С высокой надежностью гарантируется отсутствие летального исхода или серьезных повреждений	5,9	кПа	286,51	м

Определение расстояния, на котором достигается заданное давление

<input checked="" type="checkbox"/>	Пользовательский критерий	2	кПа	702,09	м
-------------------------------------	---------------------------	---	-----	--------	---


Рисунок Б.4 – Показатели воздушной ударной волны при позднем взрыве блока РВС

Пожар-вспышка

Методика

☒ ГОСТ 12.3.047-98
☐ Методика опр. расч. величин пож. риска на ПО, 2009
☐ Методика опр. расч. величин пож. риска на ПО, 2010

Вещество

Метан 

Агрегатное состояние

Пары ЛВЖ

НКПР 5 % **Молярная масса** 0,016 кг/моль

Температура кипения 111 К **Удельная теплота кипения** 514000 Дж/кг

Кол-во ОБ и условия аварии

Масса ОБ газа/паров 22,68 кг **Температура окр. среды** 35 °C

Продолжительность поступления паров в атмосферу 3600 с

Протокол расчета

Протокол расчета размеров взрывоопасной зоны

Плотность газа/пара при заданной температуре = 0,63 кг/м³

Давление насыщенного пара при заданной температуре = 101904,35 Па

Вычисление радиуса и высоты зоны, ограничивающей область концентраций, превышающей НКПР, для паров ЛВЖ по формулам П3.34 и П3.35/Б.3 и Б.4 Методики определения расчетных величин пожарного риска на ПО, 2009/ГОСТ 12.3.047-98

Исходные данные:
Масса паров ЛВЖ = 22,68 кг
НКПР = 5,000 % об.
Плотность паров ЛВЖ = 0,63 кг/м³
Давление насыщенных паров ЛВЖ = 101,90 кПа
Продолжительность поступления паров ЛВЖ в открытое пространство = 3600,00 с

Радиус зоны НКПР = 25,28 м
Высота зоны НКПР = 0,95 м
Радиус воздействия высокотемпературных продуктов сгорания = 30,34 м

Рисунок Б.5 – Показатели нижнего концентрационного предела распространения пламени при раннем взрыве блока РВС

Пожар-вспышка

Методика

☒ ГОСТ 12.3.047-98
☐ Методика опр. расч. величин пож. риска на ПО, 2009
☐ Методика опр. расч. величин пож. риска на ПО, 2010

Вещество

Пропан

Агрегатное состояние

Пары ЛВЖ

НКПР 2 % **Молярная масса** 0,044 кг/моль

Температура кипения 231 К **Удельная теплота кипения** 429000 Дж/кг

Кол-во ОБ и условия аварии

Масса ОБ газа/паров 1261,67 кг **Температура окр. среды** 35 °C

Продолжительность поступления паров в атмосферу 3600 с

Протокол расчета

Протокол расчета размеров взрывоопасной зоны

Плотность газа/пара при заданной температуре = 1,74 кг/м³

Давление насыщенного пара при заданной температуре = 101574,64 Па

Вычисление радиуса и высоты зоны, ограничивающей область концентраций, превышающей НКПР, для паров ЛВЖ по формулам П3.34 и П3.35/Б.3 и Б.4 Методики определения расчетных величин пожарного риска на ПО, 2009/ГОСТ 12.3.047-98

Исходные данные:
Масса паров ЛВЖ = 1261,67 кг
НКПР = 2,000 % об.
Плотность паров ЛВЖ = 1,74 кг/м³
Давление насыщенных паров ЛВЖ = 101,57 кПа
Продолжительность поступления паров ЛВЖ в открытое пространство = 3600,00 с

Радиус зоны НКПР = 141,72 м
Высота зоны НКПР = 5,31 м
Радиус воздействия высокотемпературных продуктов сгорания = 170,06 м

Рисунок Б.6 – Показатели нижнего концентрационного предела распространения пламени при позднем взрыве блока РВС

Пожар пролива

Методика
☒ ГОСТ 12.3.047-98
☐ Методика определения расч. величин пожарного риска на ПО, 2009
☐ Методика определения расч. величин пожарного риска на ПО, 2010

Вещество
 Нефть

Среднеповерхностная плотность
 40 кВт/м2

Удельная массовая скорость выгорания
 0,03 кг/(м2·с)

Молярная масса ОВ
 0,051 кг/моль

Температура кипения
 64,85 °C

Нефть (средняя)

Температура окружающей среды
 36 °C

Скорость ветра
 0 м/с

Эфф. диаметр/площадь пролива
 98,23 м

Варианты пролива

<input checked="" type="checkbox"/>	Без негативных последствий	1,4 кВт/м2	127,34 м
<input checked="" type="checkbox"/>	Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2 кВт/м2	67,59 м
<input checked="" type="checkbox"/>	Непереносимая боль через 20 сек.	7 кВт/м2	49,16 м
<input checked="" type="checkbox"/>	Непереносимая боль через 3-5 сек	10,5 кВт/м2	0 м
<input checked="" type="checkbox"/>	Воспламенение древесины	13,9 кВт/м2	0 м
<input checked="" type="checkbox"/>	Воспламенение резины	14,8 кВт/м2	0 м

Определение интенсивности теплового излучения в заданной точке пространства

Пользовательский критерий	50 м	6,59689 кВт/м2
Пользовательский критерий	100 м	2,228 кВт/м2
Пользовательский критерий	200 м	0,53543 кВт/м2
Пользовательский критерий	300 м	0,21451 кВт/м2
Пользовательский критерий	400 м	0,10992 кВт/м2
Пользовательский критерий	500 м	0,06458 кВт/м2

Определение расстояния от центра пролива по заданной интенсивности теплового излучения

<input checked="" type="checkbox"/>	Пользовательский критерий	4 кВт/м2	69,9 м
-------------------------------------	---------------------------	----------	--------

Определение расстояния от центра пролива по заданной вероятности поражения тепловым излучением

Определение вероятности поражения тепловым излучением в заданной точке пространства

Рисунок Б.7 – Показатели теплового излучения при реализации пожара пролива на блоке РВС

[illegible]

**Рисунок Б.8 – Показатели импульса волны давления при раннем взрыве
блока НГСВ**

Взрыв топливно-воздушной смеси

Вещество: Пропан

Удельная теплота сгорания: 47,54 МДж/кг

Стехиометрическая концентрация: 0,081003 кг/м³

Класс чувствительности вещества: Чувствительные вещества

Агрегатное состояние вещества: Гетерогенное

Температура окружающей среды: 35 °C

Концентрация горючего в смеси: ☒ Равна стехиометрической 6,09 кг/м³

Масса горючего в облаке: 511,86 кг

Скорость фронта пламени: ☒ Определяется программой 200 м/с

Средне загроможденное пространство: ☒ Облако у поверхности земли

Давление-импульс | Давление | Давление-импульс

Детерминированные критерии поражения. РД 03-409-01

Критерий	Параметр 1	Параметр 2	Параметр 3	Параметр 4	Параметр 5
<input checked="" type="checkbox"/> 50% выживание	144000000	Па ² ·с	243	кПа	440 Па·с 0 м
<input checked="" type="checkbox"/> Порог выживания	16200000	Па ² ·с	65,9	кПа	100 Па·с 26,83 м
<input checked="" type="checkbox"/> Полное разрушение зданий	886100	Па ² ·с	70,1	кПа	770 Па·с 0 м
<input checked="" type="checkbox"/> Граница области сильных разрушений	541000	Па ² ·с	34,5	кПа	520 Па·с 63,81 м
<input checked="" type="checkbox"/> Граница области значительных повреждений	119200	Па ² ·с	14,6	кПа	300 Па·с 109,93 м
<input checked="" type="checkbox"/> Граница области минимальных повреждений	8950	Па ² ·с	3,6	кПа	100 Па·с 313,93 м
<input checked="" type="checkbox"/> Полное разрушение остекления	0	Па ² ·с	7	кПа	0 Па·с 186,14 м
<input checked="" type="checkbox"/> 50% разрушение остекления	0	Па ² ·с	2,5	кПа	0 Па·с 428,09 м
<input checked="" type="checkbox"/> 10% и более разрушение остекления	0	Па ² ·с	2	кПа	0 Па·с 519,75 м

Определение давления и импульса на заданном расстоянии

Расстояние, м	Давление, кПа	Импульс, Па·с
50	49,62769	6417,46
100	16,87945	3208,73
200	6,36793	1604,36
300	3,81598	1069,58
400	2,70537	802,18
500	2,09024	641,75
600	1,70111	534,79
700	1,4333	458,39
800	1,23795	401,09
900	1,08925	356,53
1000	0,97232	320,87

Рисунок Б.9 – Показатели импульса волны давления при позднем взрыве блока НГСВ

Взрыв топливно-воздушной смеси

Вещество: Метан

Удельная теплота сгорания: 50,1 МДж/кг

Стехиометрическая концентрация: 0,068096 кг/м³

Класс чувствительности вещества: Слабо-чувствительные вещества

Агрегатное состояние вещества: Гетерогенное

Температура окружающей среды: 35 °C

Концентрация горючего в смеси: ☒ Равна стехиометрической 6,09 кг/м³

Масса горючего в облаке: 350,08 кг

Скорость фронта пламени: ☒ Определяется программой 150 м/с

Средне загроможденное пространство

☒ Облако у поверхности земли

Давление-импульс | Давление | Давление-импульс

Детерминированные критерии поражения. Методика определения размера поселения, попавшего под риск пожара на производственном объекте. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах

<input checked="" type="checkbox"/>	Полное разрушение зданий	100	кПа	0	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Воспламенение древесины	53	кПа	0	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Средние повреждения зданий	28	кПа	0	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам и т.п.)	12	кПа	0	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Нижний порог повреждения человека волной давления	5	кПа	72,12	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Малые повреждения (разбита часть остекления)	3	кПа	129,58	м

Детерминированные критерии поражения. Управление согласно пожарному риску, 2006. Руководство по оценке пожарного риска, 2006 г.

<input checked="" type="checkbox"/>	Люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, погибнут в результате прямого поражения УВ, под развалинами зданий или вследствие удара о твердые предметы	190	кПа	0	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Наиболее вероятно, что все люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, либо погибнут, либо получат серьезные повреждения в результате действия взрывной волны, либо при обрушении здания или перемещении тела взрывной волной	69	кПа	0	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, либо погибнут или получат серьезные повреждения барабанных перепонок и легких под действием взрывной волны, либо будут поражены осколками и развалинами здания	55	кПа	0	м
<input type="checkbox"/>	Обслуживающий персонал получит серьезные повреждения с возможным летальным исходом в результате поражения осколками, развалинами здания, горящими предметами и т.п. Имеется 10%-ая вероятность разрыва барабанных перепонок	24	кПа	0	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Возможна временная потеря слуха или травмы в результате вторичных эффектов взрывной волны, таких, как обрушение зданий, и третичного эффекта переноса тела	16	кПа	0	м
<input checked="" type="checkbox"/>	С высокой надежностью гарантируется отсутствие летального исхода или серьезных повреждений	5,9	кПа	58,68	м

Определение расстояния, на котором достигается заданное давление

<input checked="" type="checkbox"/>	Пользовательский критерий	2	кПа	200,6	м
-------------------------------------	---------------------------	---	-----	-------	---

Рисунок Б.10 – Показатели воздушной ударной волны при раннем взрыве блока НГСВ

Взрыв топливно-воздушной смеси

Вещество: Пропан

Удельная теплота сгорания: 47,54 МДж/кг

Стехиометрическая концентрация: 0,081003 кг/м³

Класс чувствительности вещества:

Агрегатное состояние вещества: Гетерогенное

Температура окружающей среды: 35 °C

Концентрация горючего в смеси: ☒ Равна стехиометрической 6,09 кг/м³

Масса горючего в облаке: 531,88 кг

Скорость фронта пламени: ☒ Определяется программой 150 м/с

Средне загроможденное пространство:

☒ Облако у поверхности земли

Давление-импульс Давление Давление-импульс

Детерминированные критерии поражения. Методика определения размера поселения, попавшего под риск пожара на производственном объекте. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах

<input checked="" type="checkbox"/>	Полное разрушение зданий	100 кПа	0 м
<input checked="" type="checkbox"/>	Воспламенение древесины	53 кПа	45,87 м
<input checked="" type="checkbox"/>	Средние повреждения зданий	28 кПа	73,43 м
<input checked="" type="checkbox"/>	Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам и т.п.)	12 кПа	127,65 м
<input checked="" type="checkbox"/>	Нижний порог повреждения человека волной давления	5 кПа	244,48 м
<input checked="" type="checkbox"/>	Малые повреждения (разбита часть остекления)	3 кПа	371,05 м

Руководство по оценке пожарного риска, 2006 г.

<input checked="" type="checkbox"/>	Люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, погибнут в результате прямого поражения ВВ, под развалинами зданий или вследствие удара о твердые предметы	190 кПа	0 м
<input checked="" type="checkbox"/>	Наиболее вероятно, что все люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, либо погибнут, либо получат серьезные повреждения в результате действия взрывной волны, либо при обрушении здания или перемещении тела взрывной волной	69 кПа	0 м
<input checked="" type="checkbox"/>	Люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, либо погибнут или получат серьезные повреждения барабанных перепонок и легких под действием взрывной волны, либо будут поражены осколками и развалинами здания	55 кПа	43,23 м
<input type="checkbox"/>	Обслуживающий персонал получит серьезные повреждения с возможным летальным исходом в результате поражения осколками, развалинами здания, горящими предметами и т.п. Имеется 10%-ая вероятность разрыва барабанных перепонок	24 кПа	80,81 м
<input checked="" type="checkbox"/>	Возможна временная потеря слуха или травмы в результате вторичных эффектов взрывной волны, таких, как обрушение зданий, и третичного эффекта переноса тела	16 кПа	104,95 м
<input checked="" type="checkbox"/>	С высокой надежностью гарантируется отсутствие летального исхода или серьезных повреждений	5,9 кПа	214,83 м

Определение расстояния, на котором достигается заданное давление

<input checked="" type="checkbox"/>	Пользовательский критерий	2 кПа	526,43 м
-------------------------------------	---------------------------	-------	----------

Рисунок Б.11 – Показатели воздушной ударной волны при позднем взрыве блока НГСВ

Пожар-вспышка

Методика

☒ ГОСТ 12.3.047-98
☐ Методика опр. расч. величин пож. риска на ПО, 2009
☐ Методика опр. расч. величин пож. риска на ПО, 2010

Вещество

Метан

Агрегатное состояние
Пары ЛВЖ

НКПР % Молярная масса кг/моль

Температура кипения К Удельная теплота кипения Дж/кг

Кол-во ОБ и условия аварии

Масса ОБ газа/паров кг Температура окр. среды °C

Продолжительность поступления паров в атмосферу
 с

Протокол расчета

Протокол расчета размеров взрывоопасной зоны

Плотность газа/пара при заданной температуре = 0,63 кг/м³

Давление насыщенного пара при заданной температуре = 101904,35 Па

Вычисление радиуса и высоты зоны, ограничивающей область концентраций, превышающей НКПР, для паров ЛВЖ по формулам П3.34 и П3.35/Б.3 и Б.4 Методики определения расчетных величин пожарного риска на ПО, 2009/ГОСТ 12.3.047-98

Исходные данные:
Масса паров ЛВЖ = 350,08 кг
НКПР = 5,000 % об.
Плотность паров ЛВЖ = 0,63 кг/м³
Давление насыщенных паров ЛВЖ = 101,90 кПа
Продолжительность поступления паров ЛВЖ в открытое пространство = 3600,00 с

Радиус зоны НКПР = 62,37 м
Высота зоны НКПР = 2,34 м
Радиус воздействия высокотемпературных продуктов сгорания = 74,85 м

Рисунок Б.12 – Показатели нижнего концентрационного предела распространения пламени при раннем взрыве блока НГСВ

Пожар-вспышка

Методика
☒ ГОСТ 12.3.047-98
☐ Методика опр. расч. величин пож. риска на ПО, 2009
☐ Методика опр. расч. величин пож. риска на ПО, 2010

Вещество
 Пропан

Агрегатное состояние
 Пары ЛВЖ

НКПР
 2 %

Молярная масса
 0,044 кг/моль

Температура кипения
 231 К

Удельная теплота кипения
 429000 Дж/кг

Кол-во ОБ и условия аварии
 Масса ОБ газа/паров
 531,86 кг

Температура окр. среды
 35 °C

Продолжительность поступления паров в атмосферу
 3600 с

Протокол расчета

Протокол расчета размеров взрывоопасной зоны

Плотность газа/пара при заданной температуре = 1,74 кг/м³

Давление насыщенного пара при заданной температуре = 101574,64 Па

Вычисление радиуса и высоты зоны, ограничивающей область концентраций, превышающей НКПР, для паров ЛВЖ по формулам ПЗ.34 и ПЗ.35/Б.3 и Б.4 Методики определения расчетных величин пожарного риска на ПО, 2009/ГОСТ 12.3.047-98

Исходные данные:
 Масса паров ЛВЖ = 531,86 кг
 НКПР = 2,000 % об.
 Плотность паров ЛВЖ = 1,74 кг/м³
 Давление насыщенных паров ЛВЖ = 101,57 кПа
 Продолжительность поступления паров ЛВЖ в открытое пространство = 3600,00 с

Радиус зоны НКПР = 106,57 м
 Высота зоны НКПР = 4,00 м
 Радиус воздействия высокотемпературных продуктов сгорания = 127,88 м

Рисунок Б.13 – Показатели нижнего концентрационного предела распространения пламени при позднем взрыве блока НГСВ

Пожар пролива

Методика
☒ ГОСТ 12.3.047-98
☐ Методика определения расч. величин пожарного риска на ПО, 2009
☐ Методика определения расч. величин пожарного риска на ПО, 2010

Вещество
 Нефть
 Среднеповерхностная плотность
 40 кВт/м2
 Удельная массовая скорость выгорания
 0,03 кг/(м2·с)
 Молярная масса ОВ
 0,051 кг/моль
 Температура кипения
 64,85 °C
 Нефть (средняя)

Температура окружающей среды
 36 °C
 Скорость ветра
 0 м/с
 Эфф. диаметр/площадь пролива
 63,82 м

Варианты пролива

<input checked="" type="checkbox"/>	Без негативных последствий	1,4	кВт/м2	86,87	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2	кВт/м2	44,39	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Непереносимая боль через 20 сек.	7	кВт/м2	31,92	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Непереносимая боль через 3-5 сек	10,5	кВт/м2	0	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Воспламенение древесины	13,9	кВт/м2	0	м
<input checked="" type="checkbox"/>	Воспламенение резины	14,8	кВт/м2	0	м

Определение интенсивности теплового излучения в заданной точке пространства

Пользовательский критерий	50	м	3,55512	кВт/м2
Пользовательский критерий	100	м	1,06213	кВт/м2
Пользовательский критерий	200	м	0,24317	кВт/м2
Пользовательский критерий	300	м	0,09818	кВт/м2
Пользовательский критерий	400	м	0,05068	кВт/м2
Пользовательский критерий	500	м	0,02993	кВт/м2

Определение расстояния от центра пролива по заданной интенсивности теплового излучения

Пользовательский критерий	4	кВт/м2	45,98	м
---------------------------	---	--------	-------	---

Определение расстояния от центра пролива по заданной вероятности поражения тепловым излучением

Определение вероятности поражения тепловым излучением в заданной точке пространства

Рисунок Б.14 – Показатели теплового излучения при реализации пожара пролива на блоке НГСВ

Приложение В
(обязательное)
СИТУАЦИОННЫЙ ПЛАН ПЛОЩАДКИ УПН

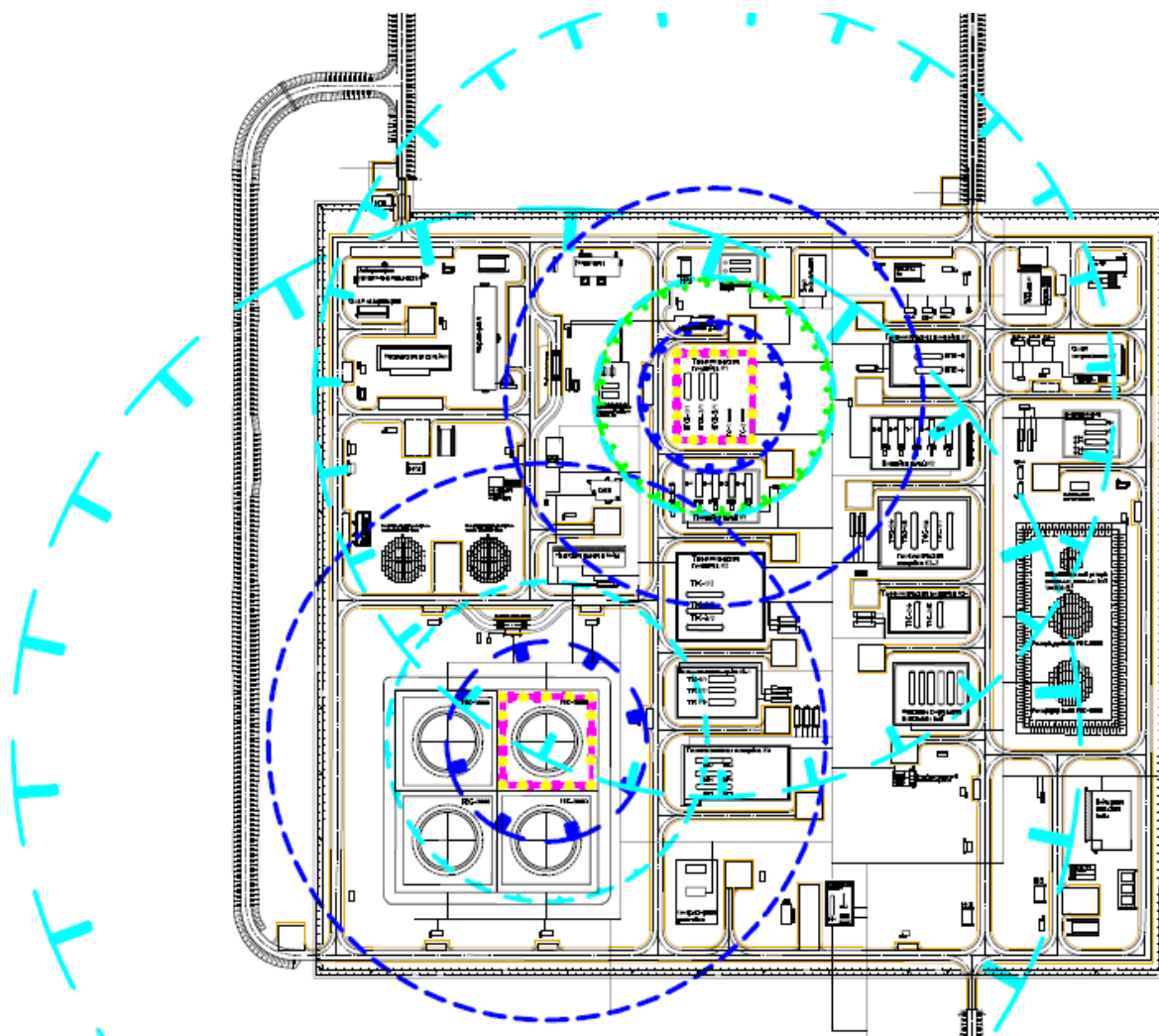


Рисунок В.1 – Зоны поражающих факторов при реализации РВ, ПВ и пожара пролива на технологических блоках РВС и НГСВ установки подготовки нефти









Радиусы разрушений взрывоопасных блоков						
Обозначение	Характер разрушения	Давление ударной волны, кПа	Тепловое излучение кВт/м²	Радиусы разрушения блоков, м		
				РВС-10000	НГСВ	
 R1*	Минимальные разрушения зданий	5		–	72,12	
 R2**	Сильные повреждения зданий и сооружений	53		61,18	45,87	
 R3**	Средние повреждения зданий и сооружений	28		97,93	73,43	
 R4**	Умеренные повреждения зданий и сооружений	12		170,24	127,65	
 R5**	Минимальные разрушения зданий	5		326,06	244,48	
 R6***	Непереносимая боль через 20–30 с, ожог 2 степени через 30–40 с		7,0	49,16	31,92	
 R7***	Непереносимая боль через 3–5 с, ожог 2 степени через 12–16 с		10,5	–	–	
 R8	Зона пожара			в границах площадки	в границах площадки	
<p>*Радиусы разрушения приведены для сценария аварии – ранний взрыв **Радиусы разрушения приведены для сценария аварии – поздний взрыв ***Радиусы разрушения приведены для сценария аварии – пожар пролива</p>						

Рисунок В.2 – Обозначение зон поражающих факторов при реализации РВ, ПВ и пожара пролива на технологических блоках РВС и НГСВ установки подготовки нефти

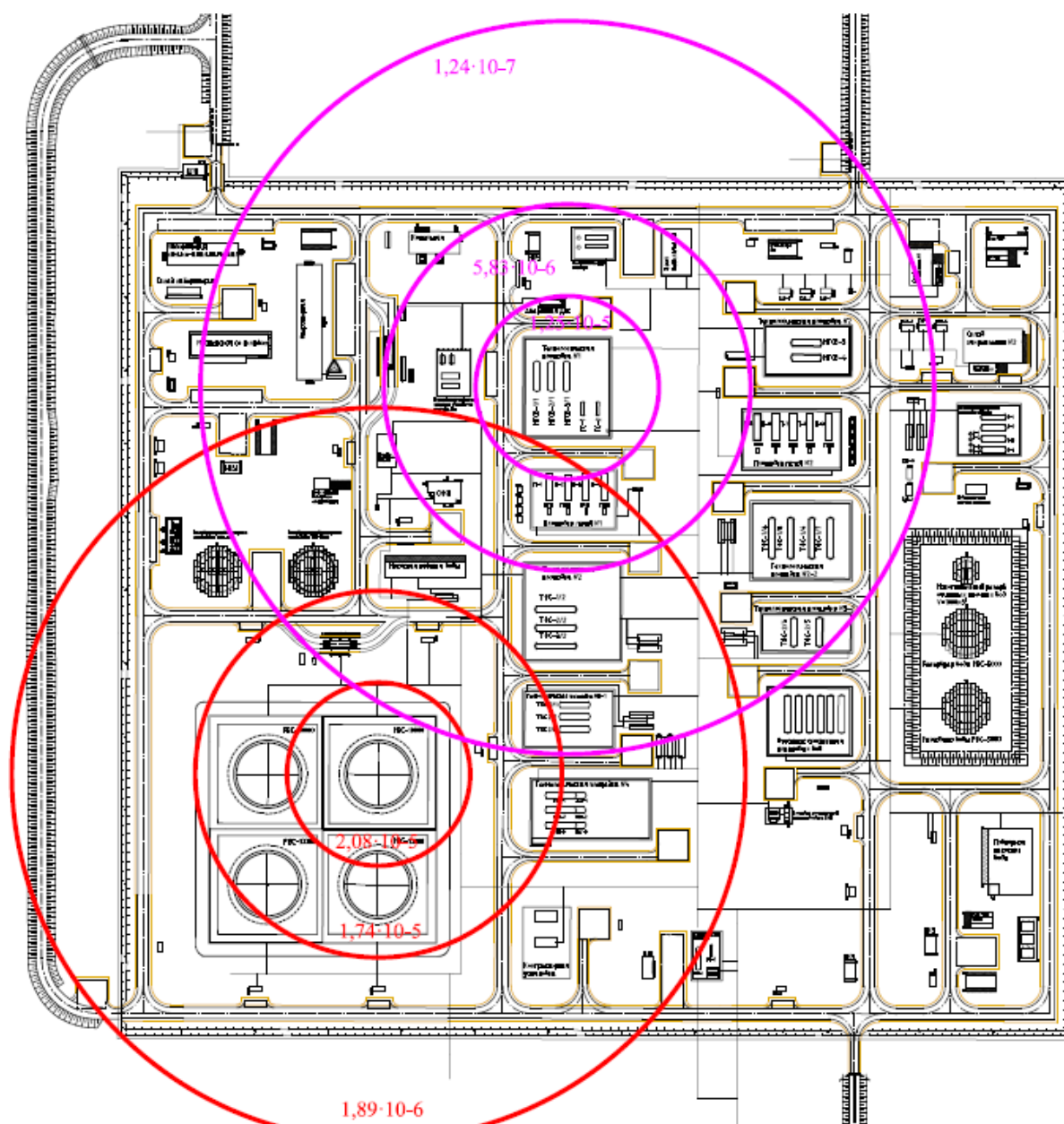


Рисунок В.3 – Радиусы потенциального риска на технологических блоках РВС и НГСВ установки подготовки нефти при реализации РВ, ПВ и пожара пролива