

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

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

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Разработка мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций при эксплуатации кустовой площадки газоконденсатного месторождения

УДК 614.8:622.692.4

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E81	Чутченко Алексей Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	К.Х.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Верховская М.В.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД	Федорчук Ю.М.	Д.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вторушина А.Н.	К.Х.Н.		

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

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

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

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

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

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
З-1Е81	Чутченко Алексей Сергеевич

Тема работы:

Разработка мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций при эксплуатации кустовой площадки газоконденсатного месторождения	
Утверждена приказом (дата, номер)	Приказ № 110-27/с от 20.04.2023

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	1.Кустовая площадка. 2.Режим работы непрерывный. 3.Основной вид сырья – природный газ. 4. Требования к функционированию (эксплуатации) объекта: обеспечение взрывобезопасности технологических процессов, зданий сооружений и технических устройств. Правила предназначены для применения: при разработке технологических процессов, проектировании, строительстве, эксплуатации, реконструкции, техническом перевооружении, капитальном ремонте; при изготовлении, монтаже, наладке, обслуживании, диагностировании и ремонте технических устройств, применяемых на объекте
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке	1.Провести аналитический обзор по литературным источникам с целью набора материала по опасным производственным объектам.

	2. Составление вариационной модели развития ЧС на исследуемом объекте (за верхнее событие принять разгерметизация газопровода). 3. Проведение расчетов с целью определения наиболее вероятных причин, приводящих к реализации ЧС. 4. Предложить мероприятия направленные на предупреждение ЧС
Перечень графического материала	Таблицы, рисунки, графики
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Верховская Марина Витальевна, доцент ОСГН, к.э.н.
«Социальная ответственность»	Федорчук Ю.М., профессор ООД, д.т.н.

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E81	Чутченко Алексей Сергеевич		

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

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

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-1E81	Чутченко Алексей Сергеевич

Тема работы:

Разработка мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций при эксплуатации кустовой площадки газоконденсатного месторождения

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
19.11.2022	Общая характеристика объекта исследования	5
28.11.2022	Основные причины и факторы реализации ЧС на объектах газотранспорта и добычи	10
15.12.2022	Практическая часть	20
26.03.2023	Мероприятия по предупреждению чрезвычайной ситуации	20
17.04.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
10.05.2023	Социальная ответственность	10
28.05.2023	Оформление и представление ВКР	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность

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

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E81	Чутченко Алексей Сергеевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 91 страницу, 12 рисунков, 18 таблиц, 28 источников.

Ключевые слова: кустовая площадка, разгерметизация трубопровода, методы оценки риска, авария, предупреждение чрезвычайной ситуации, чрезвычайная ситуация, безопасность.

Объектом исследования является газоконденсатное месторождение.

Цель работы – разработка мероприятий по предупреждению разгерметизации трубопровода.

В процессе исследования проводился анализ статистических данных по причинам возникновения аварий на газоконденсатных месторождениях. На основании данных была построена вероятностная модель развития сценариев, которые способны привести к разгерметизации трубопровода. По результатам анализа была посчитана вероятность наступления события.

В результате исследования были предложены мероприятия, направленные на снижение риска разгерметизации трубопровода.

Содержание

Реферат	7
Введение	9
Список сокращений	12
1. Общая характеристика объекта исследования	13
1.1. Описание объекта, схема производственного процесса	13
2. Основные причины и факторы реализации ЧС на объектах газотранспорта и добычи	24
2.1. Анализ основных причин и последствий реализации ЧС	24
2.2. Методы оценки рисков	36
3. Практическая часть	39
3.1. Моделирование типовых сценариев развития ЧС	39
3.2. Последствия реализации чрезвычайной ситуации	46
4. Мероприятия по предупреждению чрезвычайной ситуации	50
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ..	57
5.1 Оценка коммерческого потенциала и альтернатив проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	57
5.2 Оценка экономической эффективности применения пожарной сигнализации	60
6. Социальная ответственность	72
6.1. Производственная безопасность	72
6.1.1. Отклонение показателей микроклимата в помещении	72
6.1.2. Превышение уровней шума	73
6.1.3. Повышенный уровень электромагнитных излучений	74
6.1.4. Поражение электрическим током	76
6.1.5. Освещенность	78
6.2. Экологическая безопасность	83
6.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	84
Заключение	86
Список литературы	87

Введение

В России промышленная безопасность объектов газовой отрасли подпадает под общие требования федеральных законов и нормативных актов Ростехнадзора. Целью государственной политики РФ в области промышленной безопасности является последовательное снижение риска аварий на опасных производственных объектах, а также минимизация (локализация и ликвидация) негативных последствий таких аварий.

Для реализации этих целей в России вступил в силу Федеральный закон от 23 апреля 2018 года №114-ФЗ, вносящий изменения в Уголовный и Уголовнопроцессуальный кодексы и направленный на снижение риска аварий на опасных производственных объектах. На этом фоне эффективная промышленная безопасность и охрана труда остаются одной из ключевых тем для каждой газовой компании.

Современные газодобывающие предприятия оказывают негативное воздействие на окружающую среду, создают угрозу здоровью людей и экологической обстановке в целом. Подтверждение этого – статистика аварийности и травматизма, а также смертельных исходов на опасных производственных объектах (ОПО) газодобычи.

Обеспечение минимизации возможности реализации чрезвычайных ситуаций – одна из основных задач добывающего предприятия.

Характеризуя промышленную безопасность, нужно понимать, что в таком состоянии общество не пострадает от угрозы жизненным интересам, обеспечена надёжная защита коллективу предприятия, так как нельзя отрицать потенциальной вероятности, что на производственном объекте возникнет аварийная ситуация. Кроме того, промышленно-безопасный объект подразумевает, что все наступившие из-за аварии последствия будут минимальными. Формируя промышленную безопасность, предприятие нацеливается не допустить аварию, а также, если наступят последствия, добиться быстрого снижения вреда до минимума.

Неотъемлемая часть организации производственного процесса – снижение уровня профессионального риска и частоты возникновения чрезвычайных ситуаций в целом. Несмотря на это, данное направление в настоящее время финансируется на большинстве предприятий в недостаточной мере. Основная часть финансирования выделяется на решение вопросов, которые касаются улучшения условий труда, при этом на организацию охраны труда средств практически не выделяется.

Производственный травматизм и чрезвычайные ситуации – это результат несоблюдения техники безопасности и условий нормального трудового режима.

Основная задача, которую приходится решать с целью сокращения частоты возникновения чрезвычайных ситуаций, заключается в минимизации вероятности возникновения поражений или заболеваний рабочего персонала. При этом необходимо сохранять высокую производительность труда. Как правило, любые реальные условия труда подразумевают наличие производственных вредностей и опасностей.

Все производственные предприятия должны уделять огромное внимание вопросам безопасных условий труда. Для этого необходимо руководствоваться правовыми нормами, которые регулируют вопросы охраны труда между работодателями и рабочим персоналом, а также создавать условия труда, в полной мере соответствующие всему комплексу требований безопасности жизнедеятельности в процессе выполнения профессиональных обязанностей.

Актуальность рассматриваемой темы обусловлена тем, что проблема сведения к минимуму производственных рисков, в настоящее время, имеет большое значение из-за развитой системы социально ориентированного законодательства.

Тема данной выпускной квалификационной работы – «Разработка мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций при эксплуатации кустовой площадки газоконденсатного месторождения». В работе

рассмотрено газоконденсатное месторождения на территории Сибирского федерального округа.

Основной целью исследования является формирование научно–обоснованных практических рекомендаций по предупреждению чрезвычайных ситуаций при эксплуатации кустовой площадки газоконденсатного месторождения.

Для достижения поставленной цели, в процессе выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разрешить следующие задачи:

- произвести анализ статистических данных по аварийности и рискам в газодобывающей промышленности;
- исследовать основные причины аварийных ситуаций на исследуемом предприятии;
- предложить мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций при эксплуатации кустовой площадки газоконденсатного месторождения.

Объектом исследования настоящей работы является комплекс общественно-правовых отношений, которые возникают в процессе минимизации профессиональных рисков для работников газодобывающей промышленности и организации промышленной безопасности.

Предметом исследования являются направления совершенствования системы промышленной безопасности на предприятиях газового сектора.

Список сокращений

- ОПО – Опасный производственный объект;
- ЧС – Чрезвычайная ситуация;
- АФ – Фонтанная арматура;
- СТО – Станция технического обслуживания;
- БКФ – Большая коробка фильтрации;
- ПДК – Предельно допустимая концентрация;
- ЛВЖ – Легковоспламеняющаяся жидкость;
- АУПС – Автоматическая установка пожаротушения;
- УКВ – Ультракороткие волны;
- ГКН – Газоконденсатное месторождения;
- ИТР – Инженерно-технический работник;
- СМР – Строительно-монтажные работы;
- БКУ – Блок контроля управления;
- ТП – Трансформаторная подстанция;
- ГФУ – Горизонтальное факельное устройство;
- ДИКТ – Диафрагменный измеритель критического течения.

1. Общая характеристика объекта исследования

1.1. Описание объекта, схема производственного процесса

В данной работе рассмотрено газоконденсатное месторождение. В 1967 году было пробурено 6 разведочных скважин и проведено геологическое исследование, в результате которого было установлено 30640 млн. м³ запасов сухого газа и 6741 тыс. т. конденсата. Месторождение оставалось законсервированным до 1990-х годов вследствие приоритетной программы разработки газовых месторождений.

Кустовая площадка представляет собой горизонтальную площадку, размещающую технологические трубопроводы газовые скважины с фонтанной арматурой (АФ), установки для измерения расхода, газоконденсатные скважины, связи и средства контроля и автоматизации.

Исследуемый объект относится к ОПО.

Опасным производственным объектом газодобывающих производств в соответствии с Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности в газовой промышленности», от 15.12.2020 [1], являются объекты бурения и добычи, расположенные в границах горного отвода (участка недр) или земельного отвода.

В соответствии с Правилами разработки месторождений углеводородного сырья, утвержденными приказом Минприроды России от 14.06.2016 № 356 [2], к объектам бурения относится площадка в границах участка недр, предназначенная для разработки месторождения (залежи углеводородного сырья) в соответствии с технологией бурения поисковых, разведочных, эксплуатационных и других по назначению скважин на месторождении, предусмотренных рабочим проектом производства буровых работ (индивидуальным или групповым), разработанным и утвержденным в соответствии с законодательством Российской Федерации и техническим проектом на разработку месторождений.

К объектам добычи относится площадка месторождения (залежь углеводородного сырья – газа, газового конденсата), часть залежи или несколько залежей углеводородного сырья, объединенных в один эксплуатационный объект (месторождение), разрабатываемых единой сеткой эксплуатационных скважин в границах участка недр, предоставленного в виде горного отвода в пользование на основании лицензии (лицензионного участка).

В соответствии с приложением № 1 к Федеральному закону № 116-ФЗ признаками опасности объектов бурения и добычи являются:

- ведение горных работ (пункт 5);
- образование опасных веществ - выход углеводородов, содержащихся в недрах (пункт 1);
- использование оборудования, работающего под избыточным давлением более 0,07 мегапаскаля (пункт 2);
- использование стационарных грузоподъемных механизмов (пункт 3).

В соответствии с 116-ФЗ «О промышленной безопасности ОПО», объект относится ко II классу – высокой опасности [3].

Кустовая площадка № 1 предназначена для размещения горизонтальных факельных установок, оборудования, эксплуатационных скважин, технологических трубопроводов, подстанций, площадок для обслуживания скважин, передвижных замерных установок, промывочных установок, ремонтных блоков и спецтехники. Для добычи газа и конденсата с последующей транспортировкой его по газопроводу.

На территории кустовой площадки размещаются:

- блок контроля управления (БКУ);
- трансформаторная подстанция (ТП);
- площадка для пожарной техники;
- прожекторная мачта;
- молниеприемник;
- амбар для продувки скважин;

– горизонтальное факельное устройство (ГФУ).

Для предупреждения гидратообразований в потоке газа, поступающего в общий шлейф, применяется метанол - дозированная подача метанола в скважины. Максимальный запас единовременного хранения метанола на базисном складе метанола (БСМ) 2000 м³.

Скважина продувается через технологический трубопровод под высоким давлением в факельную амбар (обвалованный участок земли). Размер и конструкция амбара предотвращает локализацию пламени. Для распыления жидкой фазы в технологическом трубопроводе устанавливается диафрагменный измеритель критического течения (ДИКТ).

Технологическая схема обустройства кустовой площадки основана на системе блокировок запорной арматуры и предохранительными клапанами, которые срабатывают в случае повышения или понижения давления в газопроводе или в аварийных ситуациях.

Конденсат газовый нестабильный – смесь углеводородов парафино-нафтенной группы с незначительным (до 5%) содержанием ароматических углеводородов. Наличие значительного количества парафино-нафтенных углеводородов предопределяет высокую растворимость в конденсате углеводородов С₂-С₄ и большой выход бензиновых фракций из конденсата.

Нестабильный газовый конденсат должен соответствовать требованиям СТО Томскгазпром 002-2009.

На исследуемый объект нестабильный конденсат подается со следующими параметрами:

- молекулярная масса – 73,69;
- плотность в рабочих условиях, кг/м³ – 558,1;
- рабочая температура, °С – от 12 до 25;
- вязкость, сП – 0,212;
- содержание воды, % вес. – менее 0,01.

Типичные симптомы отравления: головокружение, психологически нестабильное состояние, сухость во рту, головокружение, тошнота. При

тяжелой интоксикации зрачки глаз перестают реагировать на свет. Симптомы хронического отравления: потеря веса, быстрая утомляемость, бессонница, слабость. Длительный контакт с кожей вызывает заболевания. Действует на центральную нервную систему и может разрушить ткани кожи, вызывая дерматит и экзему.

При работе с конденсатом необходимо иметь при себе исправный противогаз марки «ПФМГ» с фильтрующими коробками «БКФ» или «А».

Разлитый конденсат эффективно тушить пеной средней кратности, с использованием пенообразователя «STHAMEX Moussol APS F-15 (3%)»,

Метанол – сильный яд, действующий на нервную и сосудистую систему, слизистую оболочку дыхательных путей. Смертельная доза 30 мл. Отравляющая доза 5–10 мл. ПДК 5 мг./м³. Метанол согласно ГОСТ 12.1.007-76 относится к 3 классу опасности [4]. Небольшое количество метанола (до 10-15г) приводит к тяжелым отравлениям, которые приводят к слепоте и смертельному исходу.

Помимо отравления при приеме внутрь оно происходит и при вдыхании паров, которые также могут проникать через кожу. Хроническое отравление происходит медленно и сопровождается такими симптомами, как: головная боль, шум в ушах, общее напряжение и ухудшение зрения (вплоть до слепоты).

При отравлении в качестве противоядия применить этиловый спирт, а также в течение двух часов стоит произвести промывание желудка 5%-м раствором соды.

Метанол – взрывопожароопасное вещество, ЛВЖ. Температура горения – 1750 °С. Температура самовоспламенения 440 °С. Скорость выгорания на свободной поверхности 1,2 мм/мин. или 57,6 кг/м²*ч.

Метанол эффективно тушить разбавлением водой до негорючей концентрации, либо пенной атакой пеной средней кратности, с использованием пенообразователя «STHAMEX Moussol APS F-15 (3%)».

Средства осаждения и разбавления – вода.

Средства защиты личного состава: КИ «Стрелец», Л-1, СИЗОД (промышленные противогазы с коробками марок А и БКФ, противогаз ИП-4М).

Для размещения приборов автоматики и систем телемеханики, а также электроснабжения на кустовой площадке предусмотрено применение блок-боксов полной заводской готовности. Трансформаторная подстанция (ТП) и блок контроля и управления (БКУ) полной заводской готовности имеют сертификаты соответствия требованиям нормативной документации Российской Федерации, а также разрешения Ростехнадзора на применение их на опасных производственных объектах.

Конструкция зданий представляет собой жесткую каркасно-металлическую конструкцию, состоящую из объёмного каркаса, заполненного минераловатными плитами П75 по ГОСТ 9573-2012 (толщина утеплителя составляет от 100 мм) с внутренней и внешней обшивками [5].

Блок-боксы установлены на высоту 1,8 м от планировочной отметки земли на свайное основание с металлическим ростверком. Входные площадки и лестницы выполнены металлическими, высота площадки 1,8 м от уровня земли.

Степень огнестойкости и класс конструктивной опасности применяемых в проектной документации блочных зданий приняты в соответствии с требованиями ст. 87 №123-ФЗ. Степень огнестойкости зданий: ТП, БКУ – III, согласно ст. 30 № 123-ФЗ.

Класс конструктивной пожарной опасности: ТП, БКУ – С0, согласно ст. 31 № 123-ФЗ.

Несущие элементы здания, относятся к III степени огнестойкости и имеют предел огнестойкости строительных конструкций R45. Для достижения предела огнестойкости R45 несущие металлоконструкции каркаса блок-боксов покрыты сертифицированным огнезащитным материалом на заводе изготовителе.

Защита от статического электричества и молниезащита обеспечивает безопасное обслуживание и ремонт оборудования, приборов и щитов.

В блоке предусмотрено электрическое отопление – конвектор настенно-напольный с регулятором температуры ЭВУБ-1,5/220.

Естественный источник водоснабжения (карьер) находится в 5км.,320м. от кустовой площадки №1, запас воды более 1000м³. С подъездом пожарной техники для забора воды в летнее и зимнее время.

Автотехника в случае необходимости может быть использована для подвоза воды.

- ППУА 166/100 - емкость 5,5м³;
- АЦН 10 - емкость 10м³.

Здания, сооружения, помещения и оборудование кустовых площадок не подлежат защите автоматическими установками пожаротушения (АУПТ), согласно таб.-3 СП 486.1311500.2020.

БКУ кустовых площадок оснащаются системой пожарной сигнализации и оповещения на заводах-изготовителях блоков, там же выполняется монтаж внутриблочных электрических и трубных проводок, с выводом шлейфов пожарной сигнализации на клеммные коробки, размещенные снаружи блоков.

АУПС обеспечивают автоматическое обнаружение пожара, подачу управляющих сигналов в систему оповещения на технические средства оповещения и управления эвакуацией при пожаре, приборы управления установками пожаротушения, технические средства управления системой противодымной защиты, инженерным и технологическим оборудованием.

Контроль загазованности наружных технологических площадок предусматривается периодически переносными газоанализаторами типа СГГ-20.

Согласно требованиям действующей нормативной документации (СП 60.13330.2020) на объекте отсутствует необходимость разработки дополнительных мероприятий по противодымной защите.

На кустовой площадке предусмотрена организация следующих видов связи:

- система передачи данных кустовой телемеханики кустовой площадки №1;

- система мобильной УКВ и GSM радиосвязи.

Электроснабжение осуществляется от подстанции ПС 35/6 кВ по ВЛ-6кВ. Электрооборудование кустовых площадок выбрано с учетом категории и зоны взрывоопасности.

Теплоснабжение – электрообогрев.

Водоснабжение – привозное с водоемисточника.

Отключение кустовой площадки производится в трансформаторной подстанции.

В качестве источника теплоснабжения сооружений кустовой площадки №1 Северо – Васюганского ГКМ принята электрическая энергия.

Дымоудаление из БКУ и ТП возможно через дверные проемы.

Технологическая схема кустовой площадки приведена на рисунке 1.1.

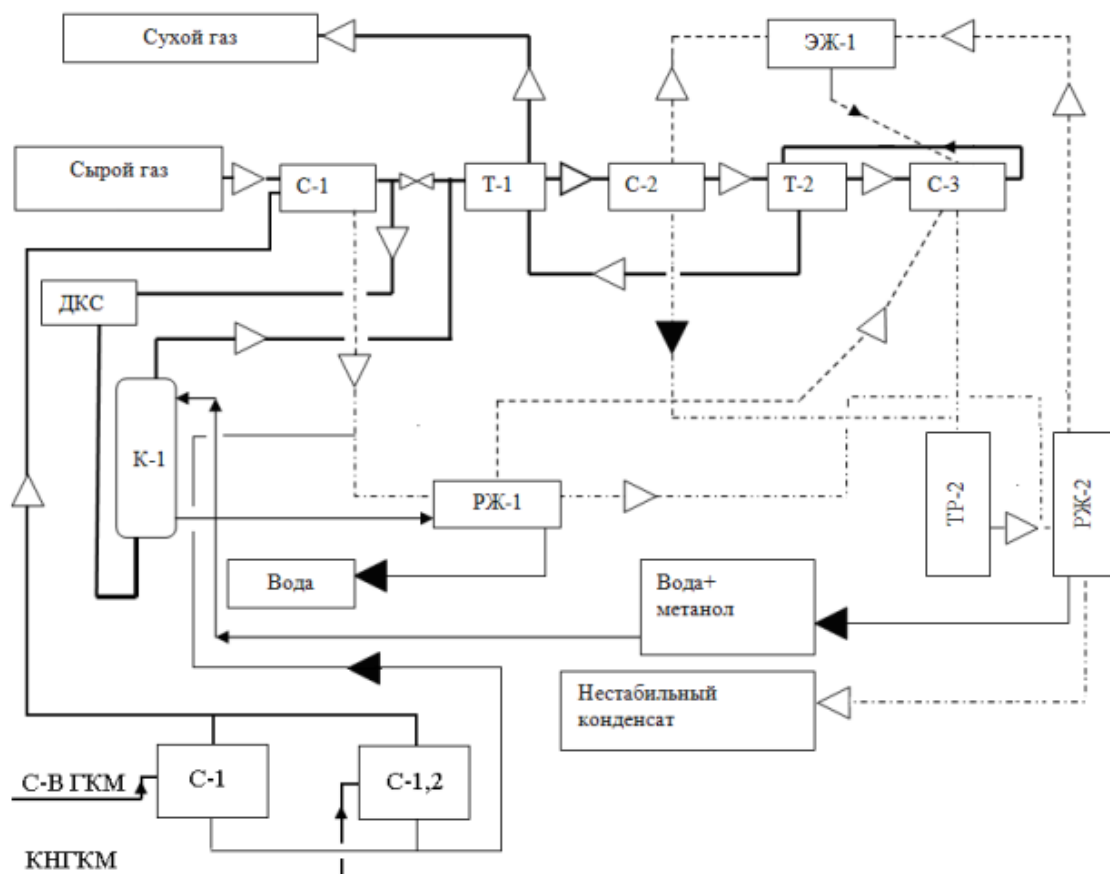


Рисунок 1.1 – Технологическая схема кустовой площадки

Газоконденсатные смеси с Казанского и Северо-Васюганского месторождений поступают на входные узлы шлейфов, где газ проходит предварительную сепарацию в сепараторы С-1 и С-1,2. Из входного узла шлейфов газ под давлением 6,6 Мпа и температурой от до 25 градусов через электроприводной кран направляется в первую ступень сепарации вертикального сепаратора С-1/1.

Для предупреждения появления избыточного давления на входе в С-1/1 предусмотрены два предохранительных клапана ПК-1/1-1 и 2, рабочее давление которых установлено на уровне 8,25 Мпа. В сепараторе 1-й ступени С-1/1 капли и механические примеси могут быть предварительно отделены от газового потока под действием гравитационных сил.

Отделившаяся жидкая фаза (метанольная вода, механические примеси, газовый конденсат) поступает в сепаратор жидкости РЖ-1 через клапан регулятора уровня при давлении 4—5,6 Мпа и температуре 5-25 градусов.

1.2. Характеристика места расположения объекта

Освоение северо-Васюганского месторождения является частью долгосрочной программы «Газпрома» по разработке малых месторождений газа наряду со средними и крупными.

Схема расположения месторождения приведена на рисунке 1.2.

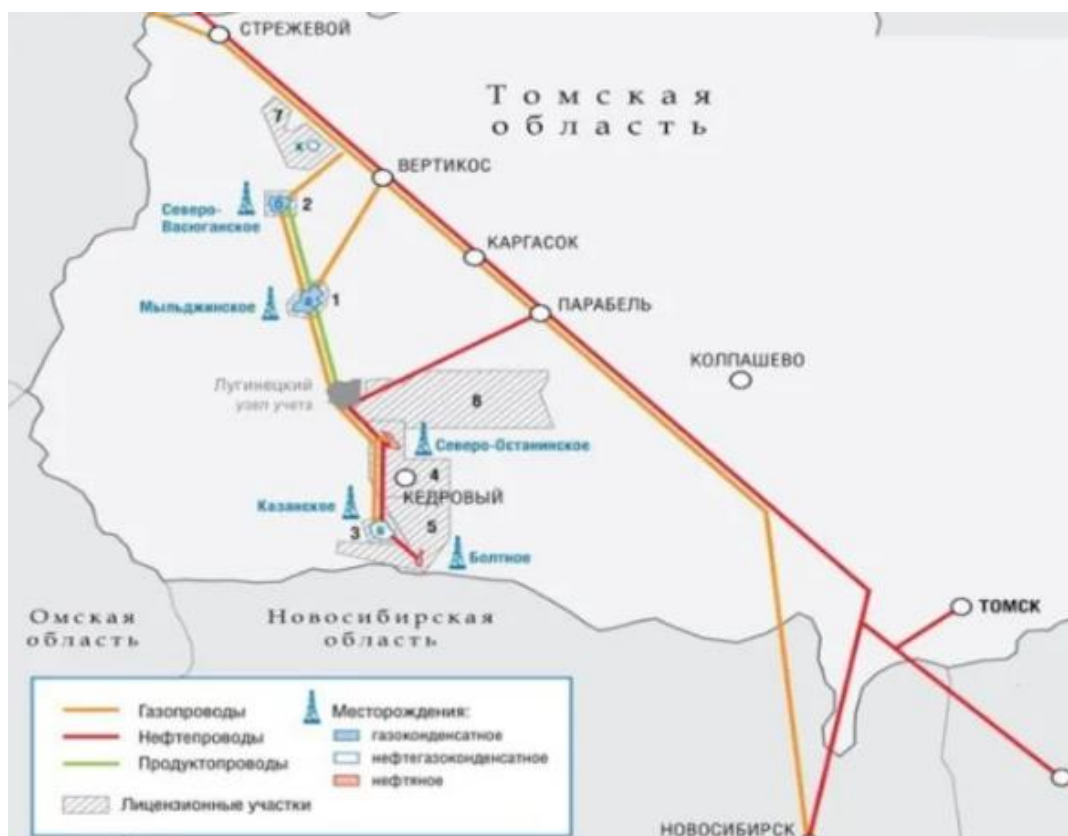


Рисунок 1.2 – Схема расположения месторождения

Исследуемое месторождение находится на шестибалльном уровне сейсмичности. Грунты месторождения – в основном третьей категории.

Северо-Васюганское газоконденсатное месторождение находится в северной части Каргасокского района Томской области в 20 км на север от п. Средний-Васюган.

Северо-Васюганское газоконденсатное месторождение в 1998 г было передано ОАО «Томскгазпром», как готовящееся к разработке. В 1998-2000 годах были проведены новые сейсмические исследования 2Д и бурение скважин для определения геологического строения этого месторождения. В

Томской области разработка Северо-Васюганского месторождения была включена в реализацию Газовой программы Томской области, что дало возможность увеличить годовую добычу природного газа на полтора миллиарда кубических метров.

В разработке месторождения, которая началась в 1999 году, участвовало более 4500 рабочих. Общий объем инвестиций составил более 2,7 млрд. рублей.

Рассмотрим особенности географического устройства и климата района.

Рельеф региона чрезвычайно плоский и слабо дренированный, в результате чего на десятки и сотни километров протянулись очень влажные участки с абсолютной высотой менее 200 метров над уровнем моря. Максимальная абсолютная высота составляет 285 м на юго-востоке региона, где находится горный хребет Кузнецкий Алатау. В этом направлении течет река Обь, разделяя регион почти на две части. На более высоком правом (до 193м) и левом (до 166м) берегу лежит северная часть болота Васюгана, самого большого в мире.

Территория региона влажная, с хорошо развитой речной сетью. Умеренно континентальный климат. Для него характерно умеренно теплое лето и суровая зима со снегопадом. В регионе много равнин, он открыт с севера на юг, что позволяет свободно проникать воздушным массам из Арктики и Центральной Азии.

Все сезоны года ярко выражены. Абсолютные минимальные температуры зимой ниже -50°C . Летние максимальные температуры достигают $+36-38^{\circ}\text{C}$. Пасмурных дней больше всего в ноябре, декабре, январе. Среднегодовое число пасмурных дней составляет 90-100.

В летний период имеет место пожароопасная обстановка. В 2022 году в Томской области произошло 132 лесных пожаров. Большая часть пожаров (70%) произошла в начале сезона и была спровоцирована неосторожным обращением с огнем населения.

Годовое количество осадков по территории области изменяется в среднем от 400 до 570 мм. Больше всего осадков выпадает на западе области, а также на востоке и северо-востоке при приближении к Среднесибирскому плоскогорью.

В Томской области преобладают ветры с юга и юго-запада. Средняя скорость ветра колеблется от 2-5 метров в секунду до 15 метров в секунду. Среднегодовая суммарная доза радиации составляет 3884 МДж/и. В летний период радиация в несколько раз выше, чем зимой, из-з большей высоты солнца, большей продолжительности солнечного сияния и меньшего количества пасмурных дней.

2. Основные причины и факторы реализации ЧС на объектах газотранспорта и добычи

2.1. Анализ основных причин и последствий реализации ЧС

В настоящее время существует огромное количество литературных источников, в которых содержится материал по вопросам сокращения ЧС в газодобывающем комплексе. Проведем анализ наиболее популярных литературных изданий по исследуемой тематике.

Автор монографии «Методы ликвидации и предупреждения аварийных ситуаций при освоении месторождений углеводородного сырья» [30] У.С. Карабалин приводит результаты многолетних исследований проблем и методик по предупреждению чрезвычайных ситуаций при освоении месторождений газа.

В пособии авторов Н.А. Махутова, В.Н. Пермякова «Анализ рисков и обеспечение защищенности критически важных объектов нефтегазохимического комплекса» [6] исследована научно-методическая основа нормирования и минимизации рисков техногенных катастроф. Подробно проанализированы методы защиты важных объектов, которые основаны на управлении интегральными рисками. Определены и подробно изучены задачи технической диагностики, принципов работы комплексной системы защиты опасных объектов. Так же в труде рассмотрены основы обеспечения безопасности в процессе шельфовой нефтегазодобычи, эксплуатации ледостойких платформ, работа систем ранней диагностики объектов.

Авторы книги «Эргономика и безопасность» Цхадая Н.Д., Юдин В.М., Бараусов И.А. проводят анализ методов исследования степени безопасности сотрудников на производстве. В книге раскрыты вопросы психологического содержания системы «человек – машина – среда» в условиях газовых предприятий. При прочтении данной книги существенным образом расширяются знания о степени воздействия психологических и санитарно-гигиенических факторов на эффективность и безопасность труда [7].

В Статье 217 ТК РФ предусмотрено формирование отдела охраны труда в условиях предприятий с количеством работников 50 и более. Также предусматривается возможность формирования отдельных должностей в области охраны труда.

Роль и назначение формируемого подразделения определяется его статусом. В основные обязанности работодателей входит обеспечение требуемых условий трудового процесса и обеспечение безопасности сотрудников.

В настоящее время весьма актуальна проблема подчинения службы охраны труда в организациях. Данный вопрос регулируется Постановлением Министерства Труда РФ № 14, согласно которому:

- служба охраны труда находится в прямом подчинении у руководителя предприятия либо на основании соответствующего поручения, одному из его заместителей;

- служба охраны труда является самостоятельной структурой, которая имеет свой руководящий аппарат;

- служба охраны труда должна иметь тесное взаимодействие с соответствующими государственными органами.

Регулирование деятельности службы охраны труда осуществляется в соответствии со Статьей 217 ТК РФ. Данная статья предусматривает:

- формирование соответствующих отделов и должностей при штатной численности сотрудников предприятия более 50 человек;

- при отсутствии возможности формирования данного подразделения необходимо заключить договор с соответствующим органом по исполнению предписанных функций;

- структура и численность подразделения определяются производственной спецификой организации.

Вышеуказанные нормы представляют собой основные предписания, которые необходимо соблюдать работодателю.

В Постановлении Министерства Труда № 14 содержатся дополнительные требования, регулирующие работу этих органов в организациях.

В таблице 2.1 представлены уровни нормативно-правовых актов Российской Федерации в области охраны труда.

Таблица 2.1 - Уровни нормативно-правовых актов Российской Федерации в области охраны труда

Уровни нормативно-правовых актов	Примеры нормативно-правовых актов
1-й уровень	Конституция РФ
2-й уровень	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ; Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. Приказ от 29.12.2021 г. N 772н «Об утверждении основных требований к порядку разработки и содержанию правил и инструкций по охране труда, разрабатываемых работодателем»
3-й уровень - нормативные документы Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации	Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 года N 903н «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».
4-й уровень- нормативные документы других министерств и ведомств	Приказ Минздравсоцразвития России от 29 октября 2021 года N 771н «Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней».

Продолжение таблицы 2.1

5-й уровень- рабочие документы организации	Коллективный договор, трудовой договор
---	--

Внутренние нормативы предприятий разрабатываются специальными органами на основании требований, которые изложены в государственных отраслевых и межотраслевых нормативно-правовых актах по охране труда.

Для разработки проектов нормативных актов руководителями предприятий на договорной основе могут привлекаться специалисты сторонних организаций.

Руководящими документами являются:

- инструкции и правила по охране труда;
- нормативные правовые акты в сфере охраны труда следующих категорий работников: женщины, несовершеннолетние, лица с ограниченной трудоспособностью;
- нормативные правовые акты, регулирующие сферу организации охраны труда;
- нормативные акты, предусматривающие компенсации и льготы лицам, работающим в опасных и вредных условиях труда;
- правовые акты, касающиеся вопросов обеспечения рабочего персонала средствами защиты от вредных производственных факторов.

В соответствии с межотраслевыми и отраслевыми нормами проводится инструктаж по правилам техники безопасности, производственной санитарии и другим правилам в области охраны труда в газовой отрасли. Виды инструктажей, их периодичность и правила проведения изложены в ГОСТ 12.0.004-2015 [8]. На основании постановления от 24.12.2021 г. N 2464 проводятся обучение и проверка знаний по охране труда [9]. Вышеуказанные нормативные документы являются основой для разработки внутриотраслевых нормативных правовых актов в газовом комплексе.

Согласно нормативно - правовым документам, все опасные производственные объекты имеют следующую классификацию:

- I класс – объекты, характеризующиеся чрезвычайно высокой опасностью;
- II класс – объекты, характеризующиеся высокой опасностью;
- III класс – объекты, характеризующиеся средней опасностью;
- IV класс – объекты, характеризующиеся низкой опасностью.

Согласно законам Российской Федерации, за нарушение установленных нормативов безопасности предусмотрены довольно жесткие формы ответственности, которые имеют как административный, так и уголовный характер.

Для обеспечения высокой эффективности деятельности надзорных органов, при проведении контрольных мероприятий в первую очередь инспекторы проверяют на предприятиях наличие действующих договоров страхования и степень обеспеченности организации страхованием всего периода использования опасных объектов. Инспекторы, проводящие контроль, имеют право осуществлять проверку наличия у страховых компаний соответствующих лицензий. В течении первого полугодия 2017 года не было выявлено ни одного случая использования опасных производственных объектов без страхования ответственности. При этом общая численность эксплуатирующих опасные производственные объекты организаций, которые были зарегистрированы в государственном реестре, составила 102 опасных производственных объекта.

Все организации, которые относятся к опасным производственным объектам, должны иметь планы действий в случае возникновения чрезвычайных ситуаций, вызванных разливом нефти. Планы ликвидации аварий должны отражать следующую информацию:

- наиболее вероятные сценарии возникновения аварий;
- наиболее вероятные места возникновения аварий;
- условия возникновения аварий;

- мероприятия, направленные на ликвидацию чрезвычайных ситуаций в начальной стадии возникновения;

- правила поведения рабочего персонала при возникновении аварий.

Для оперативной ликвидации аварий на объектах переработки газа необходимо наличие:

- инструментов, средств защиты, различных приборов, осуществляющих контроль концентрации воздушной среды и т.д;

- требуемого количества средств индивидуальной защиты;

- газоанализаторов;

- комплектов аварийной спецодежды;

- комплектов инструмента (лопаты, ключи, паранит, хомуты и т.д.),

- взрывозащищенных фонарей;

- медицинских аптечек.

В настоящее время на опасных производственных объектах газодобывающего сектора имеет место достаточно сложная обстановка дел в сфере обеспечения промышленной безопасности. Наблюдается отсутствие снижения случаев нарушений требований промышленной безопасности.

В последние годы все большее беспокойство вызывает обеспечение безопасности в добывающей промышленности, а также степень его воздействия на здоровье населения и окружающую среду. Причинами этого являются [10]:

- состав и концентрация химических энергоносителей;

- высокая степень горючести, взрывоопасности и токсичности углеводородов;

- наличие опасных потенциальных факторов, вызывающих опасность материальных и людских потерь.

Существуют строгие нормы по температуре и давлению, которые нельзя превышать. Также установлены различные значения для зимних и летних месяцев. Наиболее опасными зонами на производстве являются цеха стабилизации технологических ниток, зоны воздушных охладителей, места

отбора проб газа и колодцы канализации, где могут скапливаться пары углеводородов и сероводород. Наиболее опасными являются ситуации, когда источники открытого огня или большое количество взрывоопасных материалов присутствуют в заводском оборудовании.

Учитывая все перечисленные выше факторы и имея представление об основных опасностях технологического процесса газодобычи, для упорядочивания и классификации вероятных ЧС в соответствии с теми или иными признаками, целесообразно руководствоваться представленной ниже классификацией, которая предназначена для идентификации аварий и инцидентов, которые могут возникать на газодобывающих предприятиях:

1. Взрыв реакционной среды в технологической системе из-за отклонения параметров процесса от номинальных значений.

2. Разлив легковоспламеняющихся веществ с последующим возникновением пожара (огонь наносит материальный ущерб, вред здоровью людей и окружающей среде).

3. Выбросы и утечки химически опасного, взрывоопасного и горючего вещества.

4. Выход из строя технологических аппаратов и трубопроводов, зданий и сооружений.

5. Аварии и ЧС, указанные в пп. 1-4, с пострадавшими и полностью либо частично выведенным из строя оборудованием и прекращением выпуска продукции.

6. Пожар или самовозгорание вследствие утечки легковоспламеняющихся или химически опасных веществ вследствие разгерметизации технологической системы и оставления технологического оборудования включенным.

7. Разлив горючих и опасных продуктов вследствие переполнения резервуаров, аппаратов, баллонов и другого оборудования.

На газодобывающих объектах, для того чтобы снизить количество аварий, прежде всего необходимо понять первопричины, то есть причины,

которые привели к авариям. С этой целью был проведен анализ инцидентов, произошедших на газодобывающих объектах в период с 2018 по 2022 год, таких как пожары, взрывы и выбросы опасных веществ.

Газодобывающие предприятия относятся к отраслям с самым высоким уровнем пожарного риска. Высокий пожарный риск на этих предприятиях обусловлен большим количеством опасных веществ, с которыми обращаются в ходе технологических процессов. На производствах по переработке углеводородов случайная разгерметизация технологического оборудования привести к крупным пожарам и взрывам. Поэтому важно оценить частоту возникновения пожаров, которая может быть определена путем анализа уже произошедших инцидентов.

Статистические данные об авариях, происходящих на объектах газодобычи, показывают, что несмотря на то, что количество пожаров и травм снижается из года в год, цифры не обнадеживают, так как уступают аналогичным данным из США и Европы. Данные о количестве несчастных случаев за последнее десятилетие показывает, что число смертельных случаев начало снижаться, но все еще превышает средний показатель по развитым странам.

Основные причины аварийных ситуаций, представляющих опасность для производства и его территории, являются пожары разливов, взрывы топливно-воздушной смеси и аварийные взрывы газа.

В таблице 2.2 представлена подробная статистика аварий, произошедших за 2013-2022 гг. на объектах газодобывающей промышленности.

Таблица 2.2 - Статистика чрезвычайных происшествий за 2013-2022 гг.

Год	Вид и количество чрезвычайных происшествий						Всего
	Пожар	%	Взрыв	%	Выброс	%	
2013	14	64	5	23	3	14	22
2014	6	46	5	38	2	15	13

Продолжение таблицы 2.2

2015	5	38	6	46	2	15	13
2016	4	25	9	56	3	19	16
2017	1	5	16	80	3	15	20
2018	11	100	0	0	0	0	11
2019	6	100	0	0	0	0	3
2020	9	75	3	25	0	0	12
2021	4	57	1	14	2	29	7
2022	5	83	1	17	0	0	6
Итого	65	51	46	37	15	12	126

По оценкам, ежегодно в мире на газодобывающих предприятиях происходит до 1500 аварий, 4% из которых приводят к тяжелым человеческим жертвам и материальному ущербу, превышающему 100 миллионов долларов в год. Количество несчастных случаев на производственных площадках растет [11].

Всего за период с 2013 по 2022 гг. произошло 126 аварийных ситуаций, в которых зафиксировано 98 со смертельными исходами (рисунок 1.1).

В период с 2013 по 2022 год произошло в общей сложности 126 чрезвычайных ситуаций, в результате которых погибло 98 человек (рисунок 1.1). Основными причинами в случаях с летальным исходом были ожоги (72%). Следующей по распространенности причиной было отравление вредными выбросами – 11%. Шесть смертей (7%) произошло в результате падения с высоты и 5% - в результате взрывов. На обрушение пришлось 2%, на техническую неисправность – 1%, и на другие причины – 2%.

Распределение поражающих факторов аварийных ситуаций графически приведено на рисунке 2.1.

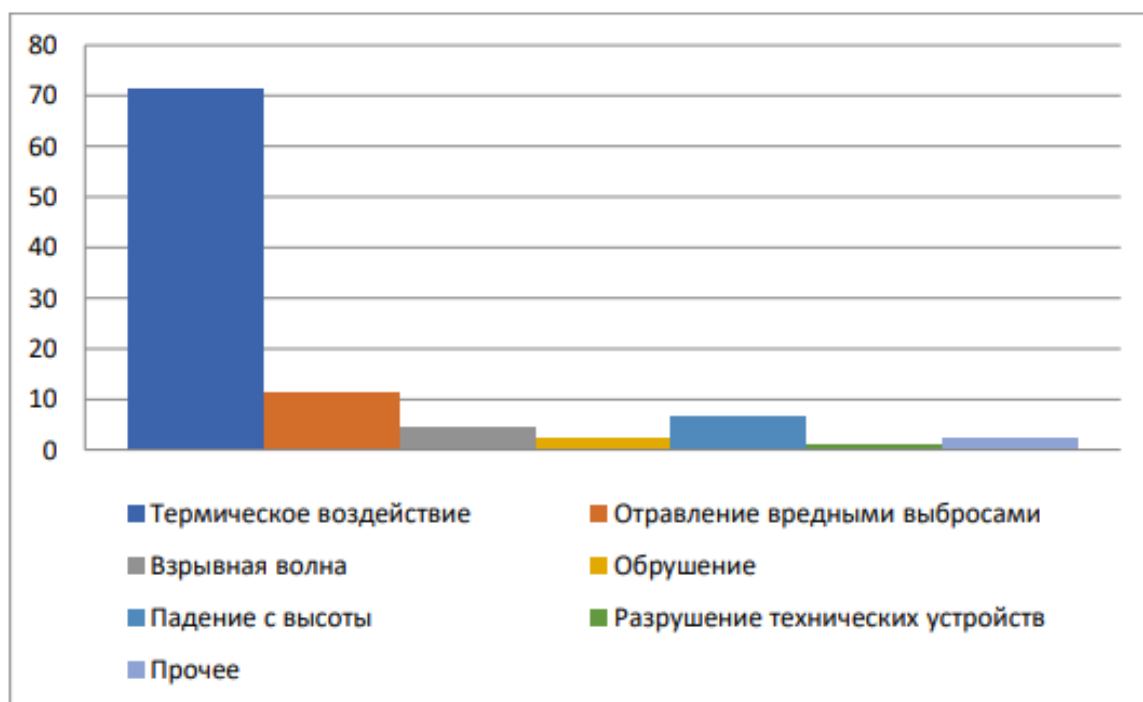


Рисунок 2.1 – Распределение поражающих факторов аварийных ситуаций

Пожароопасные ситуации (аварийное газовыделение и взрыв топливно-воздушных смесей) в открытых технических установках возникают после разлива опасных веществ из оборудования с последующим контактом с источником воспламенения и накопления в атмосфере.

Из анализа причин опасных событий, можно сделать вывод, что причинами аварий являются нарушения технических режимов, дефекты изготовления и ремонта, низкая прочность конструкции. Человеческий фактор, то есть нарушения правил безопасности и технических процессов, также играет важную роль.

Анализ причина аварий в период с 2018 года по 2022 год показывает, что основной причиной является неудовлетворительное технического оборудования. Большинство несчастных случаев на предприятиях возникает из-за нарушений требований пожарной безопасности и правил техники безопасности.

Для возникновения пожаро-взрывной ситуации необходим «треугольник горения», состоящий из окислителя, источника воспламенения и воспламеняющихся веществ. Легковоспламеняющиеся вещества в

установках в основном возникают из-за утечек из технологических трубопроводов и оборудования, вследствие:

- нарушение правил пожарной и промышленной безопасности (33 %);
- некачественный ремонт и монтаж оборудования (22 %);
- коррозионный износ оборудования (8 %);
- отсутствие защиты от статического электричества и грозových разрядов (3 %);
- нарушение правил ведения технологического режима (1 %);
- износ сальниковых уплотнений и фланцевых соединений (1 %);
- прочие причины (2 %) [11].

Основное технологическое оборудование на объектах газодобычи включает себя буровые установки, технологические трубопроводы, холодильные установки, сосуды под давлением, насосы и резервуары для хранения углеводородов. Риск возникновения пожара и взрыва оборудования во много зависит от параметров технологического режима, конструкции оборудования, климатических характеристик и наличия систем пожарной и аварийной защиты. Поэтому количество инцидентов зависит от типа оборудования. Распределение чрезвычайных ситуаций, произошедших на производственных объектах за последние пять лет, по видам технологического оборудования представлено в таблице 2.3

Таблица 2.3 – Статистика аварийных ситуаций по видам технологического оборудования

Оборудование	Количество аварий, %
Технологические трубопроводы	31,2
Насосы	18,9
Емкости	15,0
Технологические печи	11,4

Продолжение таблицы 2.3

Колонные аппараты	11,2
Резервуары и резервуарные парки	3,8
Прочее оборудование	8,5

Открытые технологические установки являются более опасными, чем закрытые промышленные здания из-за высокой плотности застройки, нагромождения технологических трубопроводов и наличия большого количества опасных веществ в оборудовании и приборах. Причины возникновения пожаров в открытых технологических помещениях представлены на рисунке 2.2.

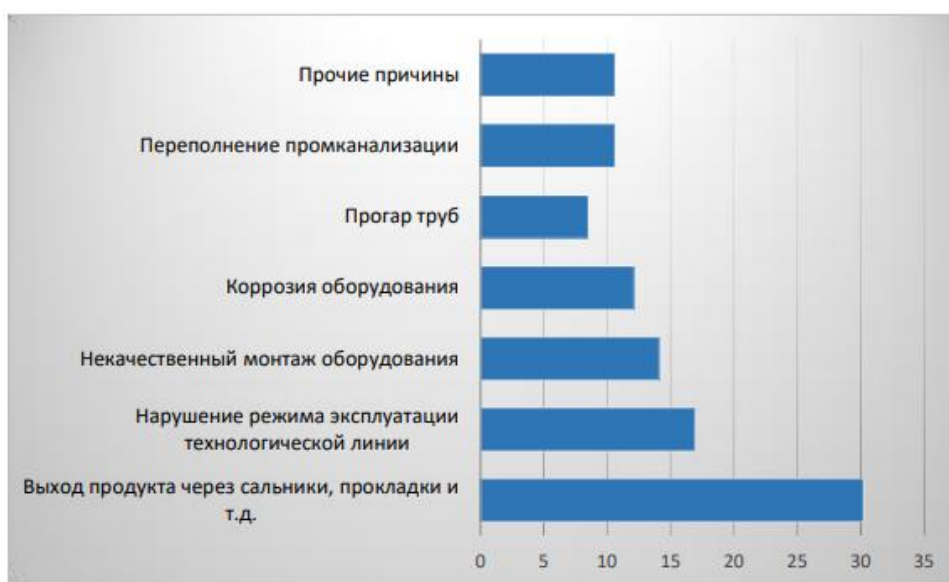


Рисунок 2.2 – Причины аварий на открытых технологических установках

Несмотря на положительную тенденцию снижения общего количества ежегодно происходящих аварий, безопасность объектов газодобычи остается в центре внимания. Это связано с тем, что крупные аварии приводят к высокой смертности и травмам у работников, наносят огромный материальный ущерб и влияют на экономику страны. Поэтому повышение безопасности на таких объектах является одним из основных способов предупреждения технологических опасностей.

2.2. Методы оценки рисков

Риск – количественная характеристика возможности реализации опасности (и ее последствий), измеряемая, как правило, в соответствующих единицах. Управление риском – разработка и реализация комплекса мероприятий (инженерно-технического, экономического, социального и иного характера), позволяющих снизить значение данного риска до допустимого (приемлемого) уровня [12].

Расчет пожарного риска, к примеру, проводится в соответствии с нормативной документацией:

- ФЗ № 123 от 22 июля 2008 г. Данный нормативно - правовой документ регламентирует правила отбора сооружений для проведения оценки пожарных рисков. К подобным зданиям и сооружениям относятся объекты социальной инфраструктуры, частные дома и муниципальные здания, которые возводились с определенными отступлениями от многих разделов СНиП, в которых указаны правила пожарной безопасности. Они являются обязательными для неукоснительного выполнения на всей территории Российской Федерации.

- в процессе проектирования обязательно к исполнению правительственное постановление № 87, определяющее перечень необходимой проектной документации и требований относительно содержания различных разделов;

- результаты проведенного анализа должны быть занесены специальную декларацию пожарной безопасности объекта, форма которой установлена ст. 6 ФЗ № 123 [13].

Основными факторами, которые определяют производственную опасность и взрывоопасность зданий, являются следующие показатели:

- конструктивное исполнение зданий и сооружений, использованные при их строительстве материалы;

- пожаро - и взрывоопасность материалов, которые постоянно находятся в здании компании;

- порядок эксплуатации здания и вспомогательных сооружений;
- средства противопожарной защиты, имеющиеся в здании компании;
- разработка объёмно-планировочных решений.

Для определения возникновения опасности на промышленных объектах необходимо тщательно изучить все вышеперечисленные факторы и рассмотреть влияние каждого фактора и их комбинации. При строительстве и проведении ремонтно-монтажных работ необходимо обязательно соблюдать все требования и правила пожарной безопасности.

Различные типа производственных зданий отличаются разной степенью пожарного риска, определяемой их пространственно-планировочными решениями и особенностями расположения. Определение необходимого и обоснованного комплекса мер по обеспечению требуемого уровня безопасности для различных типов зданий и сооружений является наиболее сложной и актуальной проблемой.

Все вещества и материалы, используемые при строительстве зданий и соответствующих сооружений, имеют свои физико-химические и противопожарные свойства, которые должны быть подобраны в соответствии с нормами пожарной безопасности зданий и сооружений, предъявляемыми российскими нормативными документами.

Анализ безопасности объекта предусматривает следующие мероприятия:

- проведение анализа опасности существующей технологической среды, параметров проходящих технологических процессов;
- определяется перечень ситуаций и параметров для каждого технологического процесса на объекте;
- для каждого технологического процесса определяются причины, которые могут привести к чрезвычайной ситуации на объекте;
- составляются возможные сценарии возникновения и развития чрезвычайной ситуации, которые могут привести к гибели людей.

Количественные методы оценки риска включают расчет обоих элементов риска – вероятности и последствий. Риск оценивается, как вероятность наступления события, которая может включать гибель людей, разрушение инфраструктуры, огромный материальный ущерб и другие потери, за единицу времени (как правило один год). В дополнение к термину «вероятность» часто используется выражение «частота возникновения» – это распространенное количественное определение степени риска, которое часто используется при анализе пожаров техногенных ситуаций.

Таким образом, основным методом современной оценки риска является количественная оценка риска, основанная на вероятностном подходе, которая определяет возможные сценария развития опасных ситуаций и возможные последствия для каждого сценария.

Вероятность возникновения аварийной ситуации необходима для определения уровня безопасности людей в производственных зданиях и расчетных значений индивидуального и коллективного риска. Такая вероятность используется для оценки экономической эффективности систем безопасности и обоснования, технической и экономической точки зрения, мер, которые должны принять в соответствии с определенной методологией.

3. Практическая часть

3.1. Моделирование типовых сценариев развития ЧС

Факторы отказа элементов на объектах газового комплекса:

- разрыв трубопроводов, подающих реагенты и воду в нагнетательные скважины;
- разрыв любых соединений между блоками в технологическом оборудовании нагнетательных и эксплуатационных скважин, а также при транспортировке добытой продукции;
- серьезное нарушение герметичности или разрушение корпуса любого элемента, через который подаются жидкие, газообразные вещества и вода;
- скачки напряжения или полное отключение подачи электроэнергии в электросети;
- воспламенение веществ и оборудования;
- стихийные бедствия и т.п.

Для предотвращения чрезвычайной ситуации можно использовать следующие мероприятия:

- размещать наиболее ответственные или потенциально опасные звенья технологической линии в герметических отсеках производственного здания или сооружения;
- разделять отдельные части технологического оборудования прочными несгораемыми перегородками;
- предусматривать резервное электропитание для всех звеньев технологической линии;
- использовать сейсмически устойчивые здания и сооружения;
- оперативно блокировать работу технологической линии и вспомогательного оборудования при наступлении потенциально опасных чрезвычайных ситуаций.

Наиболее вероятная ЧС на исследуемом объекте – пожар.

Обслуживание оборудования систем кустовой площадки производится на действующем объекте в условиях повышенной пожаро- и взрывоопасности.

Обслуживающий персонал должен твердо знать и выполнять требования правил безопасности при обращении с природным газом и знать его свойства:

- неодорированный природный газ бесцветен, не имеет запаха, легче воздуха;

- при содержании газа (метана) в воздухе помещения в пределах 5-15% образуется взрывоопасная концентрация;

- природный газ, скапливаясь в закрытых помещениях, вытесняет воздух и удушающее действует на человека;

- предел допустимого содержания газа в воздухе помещений не должен превышать 1%.

Курение в помещениях и на территории объекта строго запрещено. В помещениях должно быть установлено аварийное освещение, позволяющее отслеживать и устранять неисправности в показаниях приборов, состоянии оборудования и системы в случае возникновения аварийной ситуации в помещении.

Производственные помещения объекта включают в себя регуляторы, помещения для расходомеров и одоризационная, которые должны проверяться на наличие газа каждую смену, а результаты заноситься в журнал. Если обнаружена утечка газа, необходимо немедленно открыть дверь и устранить неисправность.

Уровень газа в помещениях должен измеряться газоанализатором. Использование огня для обнаружения утечек газа строго запрещено. Оборудование и системы, остановленные на ремонт, должны быть отсоединены от трубопровода технологического газа с помощью заглушки или запорной арматуры.

Предварительные проверки систем газового отопления и обогрева должны проводиться по разрешению, под наблюдением ответственного лица из числа ИТР.

Во время эксплуатации объекта необходимо систематически следить:

- за герметичностью мест соединений газопроводов, сальниковых уплотнений оборудования, арматуры;
- за исправностью вентиляции и вытяжки.

Бочки с этилмеркаптаном должны быть защищены от солнечного света и нагревательных приборов. При получении, хранении, отпуске или транспортировке метанола рабочие должны пользоваться противогазами, резиновыми сапогами, резиновыми перчатками и прорезиненными фартуками.

Все работы, связанные с транспортировкой, переливом и хранением метанола, должны выполняться строго в соответствии с «Инструкцией о порядке получения, транспортировки, хранения и использования метанола на объектах газовой промышленности».

Для дальнейшего анализа наиболее типичной ЧС – разгерметизация трубопровода с последующим воспламенением, было построено «дерево отказов». «Дерево отказов» представляет собой графическое представление логических связей между событиями-авариями и иницирующими их событиями [14]. «Дерево отказов» представлено на рисунке 3.1.

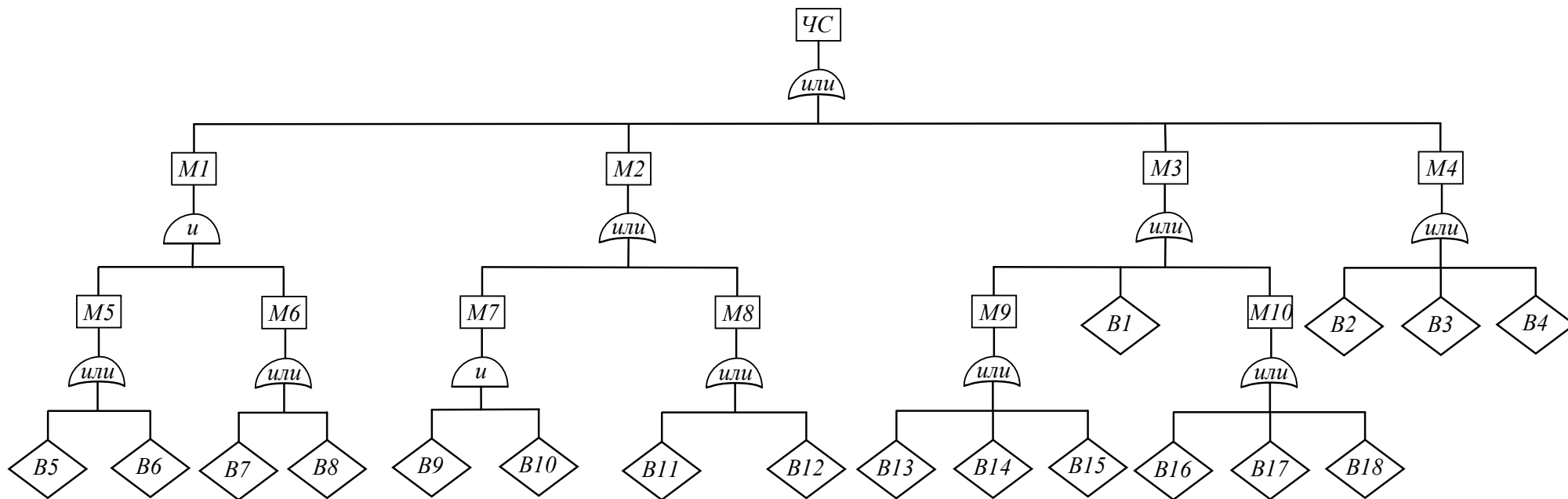


Рисунок 3.1 – Разгерметизация трубопровода

Таблица 3.1 – Иницирующие события и факторы

Обозначение	Наименование события/фактора
M1	Коррозионные процессы
M2	Некачественное выполнение строительно-монтажных работ
M3	Механические повреждения в процессе эксплуатации
M4	Заводские дефекты
M5	Коррозионное растрескивание под напряжением
M6	Неудовлетворительное состояние изоляции
M7	Брак сварных швов
M8	Механические повреждения в процессе строительства и ремонта
M9	Деформация конструкции
M10	Природное воздействие
B1	Вмешательство 3-х лиц в производственный процесс
B2	Низкое качество металла трубы
B3	Брак сварных швов
B4	Недостаточная толщина стенок трубопровода
B5	Высокая коррозионная активность грунта
B6	Повышенное напряженно-деформированное состояние трубопровода
B7	Некачественный материал изоляции
B8	Механическое повреждение изоляции при ремонте
B9	Низкое качество работы сварщика
B10	Неудовлетворительный контроль швов
B11	Дефекты при строительстве и ремонте
B12	Дефекты при транспортировке труб
B13	Трещины, вмятины
B14	Подвижность грунта
B15	Утонение стенки
B16	Землетрясения
B17	Разряд молнии
B18	Пожар естественного происхождения

На основе анализа статистических данных и аварий на аналогичных объектах были выявлены наиболее частые причины, приводящие к разгерметизации трубопровода, к ним относятся: коррозионные процессы, некачественное выполнение монтажных работ, дефекты конструкции полученные в процессе эксплуатации. Отдельное внимание стоит уделить обеспечению выполнения качественной работы по контролю за состоянием объекта, ведь по статистике 83% аварий на опасных производственных объектах происходит из-за недобросовестного отношения к работе и нарушений правил безопасности [11].

В таблице 3.2 приведены значения вероятности возникновения конечных событий аварийной ситуации.

Таблица 3.2 – Вероятность возникновения события

№	Событие	Вероятность события P_i
1	Низкое качество металла трубы	$1,5 \cdot 10^{-4}$
2	Брак сварных швов	$1,3 \cdot 10^{-4}$
3	Недостаточная толщина стенок трубопровода	$1,3 \cdot 10^{-4}$
4	Высокая коррозионная активность грунта	$9 \cdot 10^{-3}$
5	Повышенное напряженно-деформированное состояние трубопровода	$1,3 \cdot 10^{-4}$
6	Некачественный материал изоляции	$1,3 \cdot 10^{-4}$
7	Механическое повреждение изоляции при ремонте	$2,3 \cdot 10^{-3}$
8	Низкое качество работы сварщика	$9 \cdot 10^{-2}$
9	Неудовлетворительный контроль швов	$1,5 \cdot 10^{-4}$
10	Дефекты при строительстве и ремонте	$2,9 \cdot 10^{-2}$
11	Дефекты при транспортировке труб	$3,6 \cdot 10^{-3}$
12	Трещины, вмятины	$2,3 \cdot 10^{-3}$
13	Подвижность грунта	$1,3 \cdot 10^{-4}$
14	Утонение стенки	$2,3 \cdot 10^{-3}$
15	Землетрясения	10^{-4}
16	Разряд молнии	10^{-4}
17	Пожар естественного происхождения	10^{-3}

Метод расчета наступления промежуточных событий и главного начинается с конечных событий и продвигается вверх к главному [15]. В

соответствии с формулами 3.1 и 3.2 проведем расчет вероятности возникновения взрыва.

$$P_{\text{"или"}} = 1 - (1 - P_1)(1 - P_2) \cdot \dots \cdot (1 - P_n) \quad (3.1)$$

$$P_{\text{"и"}} = P_1 \cdot P_2 \dots \cdot P_n \quad (3.2)$$

Значение для события М10 рассчитывается по формуле 1:

$$\begin{aligned} P_{M10} &= 1 - (1 - P_{B16}) \cdot (1 - P_{B17}) \cdot (1 - P_{B18}) \\ &= 1 - (1 - 10^{-4})(1 - 10^{-4})(1 - 10^{-3}) = 1,19 \cdot 10^{-3}. \end{aligned}$$

Значение для события М9 рассчитывается по формуле 1:

$$\begin{aligned} P_{M9} &= 1 - (1 - P_{B13}) \cdot (1 - P_{B14}) \cdot (1 - P_{B15}) \\ &= 1 - (1 - 2,3 \cdot 10^{-3})(1 - 1,3 \cdot 10^{-4})(1 - 2,3 \cdot 10^{-3}) = 0,0047. \end{aligned}$$

Значение для события М8 рассчитывается по формуле 1:

$$\begin{aligned} P_{M8} &= 1 - (1 - P_{B11}) \cdot (1 - P_{B12}) = 1 - (1 - 2,9 \cdot 10^{-2})(1 - 3,6 \cdot 10^{-3}) \\ &= 0,0325. \end{aligned}$$

Значение для события М7 рассчитывается по формуле 2:

$$P_{M7} = P_{B9} \cdot P_{B10} = (9 \cdot 10^{-2})(1,5 \cdot 10^{-4}) = 1,35 \cdot 10^{-5}.$$

Значение для события М6 рассчитывается по формуле 1:

$$\begin{aligned} P_{M6} &= 1 - (1 - P_{B7}) \cdot (1 - P_{B8}) = 1 - (1 - 1,3 \cdot 10^{-4})(1 - 2,3 \cdot 10^{-3}) \\ &= 0,00243. \end{aligned}$$

Значение для события М5 рассчитывается по формуле 1:

$$\begin{aligned} P_{M5} &= 1 - (1 - P_{B5}) \cdot (1 - P_{B6}) = 1 - (1 - 9 \cdot 10^{-3})(1 - 1,3 \cdot 10^{-4}) \\ &= 0,00913. \end{aligned}$$

Значение для события М4 рассчитывается по формуле 1:

$$\begin{aligned} P_{M4} &= 1 - (1 - P_{B2})(1 - P_{B3})(1 - P_{B4}) \\ &= 1 - (1 - 1,5 \cdot 10^{-4})(1 - 1,3 \cdot 10^{-4})(1 - 1,3 \cdot 10^{-4}) \\ &= 4,1 \cdot 10^{-4}. \end{aligned}$$

Значение для события М3 рассчитывается по формуле 1:

$$\begin{aligned} P_{M3} &= 1 - (1 - P_{M9})(1 - P_{M10}) = 1 - (1 - 0,0047)(1 - 1,19 \cdot 10^{-3}) \\ &= 0,00588. \end{aligned}$$

Значение для события М2 рассчитывается по формуле 1:

$$P_{M2} = 1 - (1 - P_{M7})(1 - P_{M8}) = 1 - (1 - 1,35 \cdot 10^{-5})(1 - 0,0325) = 0,0325.$$

Значение для события M1 рассчитывается по формуле 1:

$$P_{M1} = P_{M5} \cdot P_{M6} = 0,00913 \cdot 0,00243 = 2,22 \cdot 10^{-5}.$$

Таким образом значение для головного события рассчитывается по формуле 1:

$$\begin{aligned} P_M &= 1 - (1 - P_{M1})(1 - P_{M2})(1 - P_{M3})(1 - P_{M4}) = \\ &= 1 - (1 - 2,22 \cdot 10^{-5})(1 - 0,0325)(1 - 0,00588)(1 - 4,1 \cdot 10^{-4}) = 0,0386. \end{aligned}$$

Посредством расчетного метода определили вероятность разгерметизации трубопровода, которая составила 0,0386 соб./год. Таким образом разгерметизация вследствие коррозионного износа составила $2,22 \cdot 10^{-5}$ соб./год, некачественного выполнения строительного-монтажных работ – 0,0325 соб./год, механического повреждения в процессе эксплуатации – 0,00588 соб./год, заводских дефектов – $4,1 \cdot 10^{-4}$ соб./год.

3.2. Последствия реализации чрезвычайной ситуации

Токсическое поражение окружающей природной среды потери сырья и готовой продукции являются результатом аварий на объектах, использующих природный газ и продукты его переработки (СПБТ). Возгорание и задымленность в ближайших населенных пунктах относительно территории производства, термическое поражение людей, попавших в зону пожара и потерю материальных ценностей, может вызвать скопление газов или паров конденсата, которые образуют горючие паровоздушные смеси.

Для определения последовательности и сочетания различных событий, возникающих в результате аварий на ОПО, составлена схема причинно-следственных закономерностей развития аварий. Схема приведена на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – Схема причинно-следственных закономерностей развития аварий.

Возможные физические проявления аварий на составляющих ОПО, определяются, прежде всего, взрыво- и/или пожароопасностью опасных веществ.

Аварийно вышедший газ отрицательно воздействует на все компоненты окружающей среды, вследствие этого происходит:

- загрязнение атмосферного воздуха продуктами сгорания опасных веществ;
- загрязнение почвы, впитавшейся конденсатом, метанолом;

На практике зона выхода и распространения опасного вещества при аварии будет зависеть не только от объема выхода опасного вещества, но и от условий его растекания. Условия растекания в зависимости от возможных сценариев аварий различны и зависят от многих факторов: рельефа местности, плотности и вязкости конденсата/метанола, проницаемости и состава грунта, наличия заградительных сооружений, метеоусловий, а также оперативности

начала аварийно-восстановительных работ по локализации и ликвидации аварии.

Для дальнейшего анализа рассмотрим типичные сценарии последствий разгерметизации трубопровода. События представлены на рисунке 3.3.

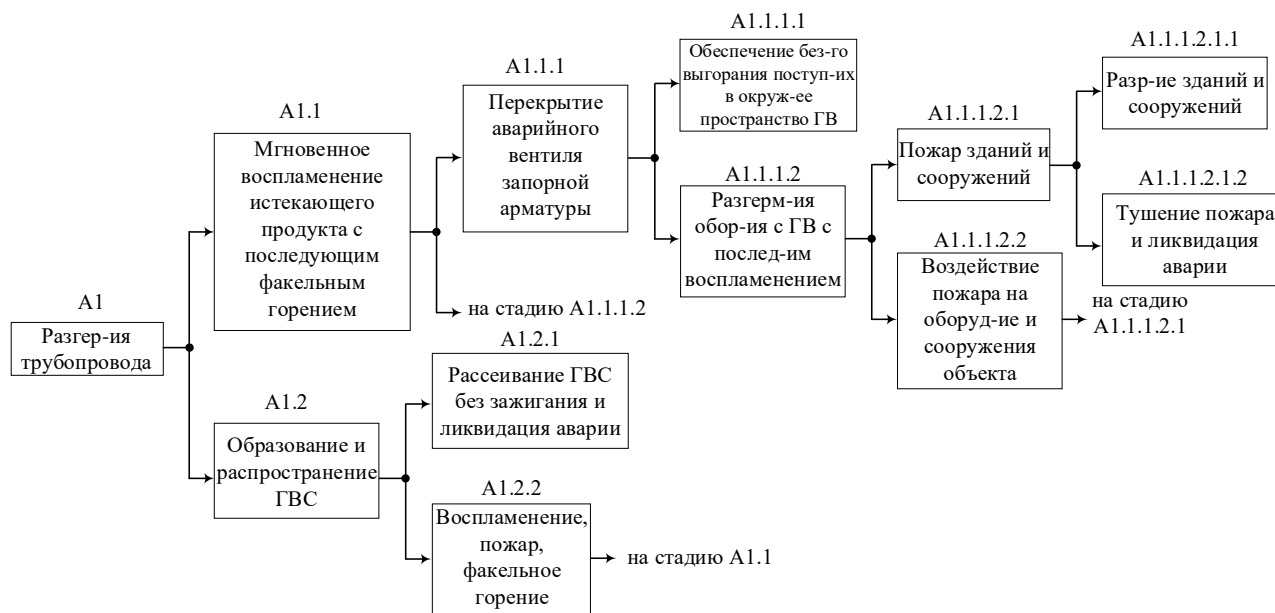


Рисунок 3.3 – Последствия разгерметизации трубопровода

Сценарий С-1 – разгерметизация газопровода и выброс природного газа в атмосферу.

Описание сценария – образование облака ГВС + пожар + возможный взрыв облака ГВС.

Факторы, способствующие возникновению и развитию аварийных ситуаций – резкое повышение давления газа.

Сценарий С-2 – разгерметизация газопровода с образованием облака ГВС.

Описание сценария – распространение облака ГВС → рассеивание ГВС без зажигания → ликвидация аварии.

Факторы, способствующие возникновению и развитию аварийных ситуаций – резкое повышение давления газа.

Сценарий С-3 – разгерметизация газопровода и возникновение факельного горения.

Описание сценария – разгерметизация технологического оборудования с последующим воспламенением → пожар + разрушение зданий и сооружений.

Факторы, способствующие возникновению и развитию аварийных ситуаций – резкое повышение давления газа и наличие источника зажигания.

Сценарий С-4 – разгерметизация газопровода с мгновенным воспламенением.

Описание сценария – мгновенное воспламенение → перекрытие аварийного вентиля запорной арматуры → обеспечение безопасного выгорания поступивших в окружающее пространство ГВ

Факторы, способствующие возникновению и развитию аварийных ситуаций – резкое повышение давления газа и наличие источника зажигания.

4. Мероприятия по предупреждению чрезвычайной ситуации

На основании Межгосударственного стандарта (ГОСТ 32569-2013), который устанавливает требования к технологическим трубопроводам, а именно: условия выбора и применения труб и деталей к ним, основных материалов для их изготовления, эксплуатации трубопроводов [16]. Соблюдение данных требований является обязательным, к ним относятся:

1. Применение материалов повышенной прочности.
2. Соблюдение мер пожарной безопасности при строительстве, эксплуатации и ремонте газопровода и его сооружений.
3. Соблюдение норм технологического режима на всех стадиях эксплуатации.
4. Проведение своевременного диагностику и технического освидетельствования газопровода.
5. Применение защитных кожухов.
6. Обслуживание трубопроводов и арматуры путем современного проведения необходимых ремонтных и профилактических работ.
7. Качественная и своевременная оценка технического состояния и устранение дефектов.
8. Повышение чувствительности и надежности систем контроля технологических процессов и блокировок

В результате проведения анализа по причинам разгерметизации трубопровода были предложены следующие мероприятия:

- а) Для борьбы с коррозией металла предлагается использование высоковязкой ингибированной смазки. Образуя на поверхности плотную плёнку, такая смазка не дает кислороду проникать к металлу и не позволяет развиваться коррозии.

Если ржавчина на участке трубы уже имеется, риск разрушения всей конструкции резко возрастает. В таком случае необходимо остановить коррозионный процесс, для чего предлагается использовать такой метод удаления коррозии, как криобластинг. При ударе о металл происходит

испарение частичек льда. Высвобождается углекислый газ, который мгновенно расширяясь, захватывает и удаляет ржавчину. Плюсы использования такого метода очистки заключаются в высокой эффективности, высокой скорости очистки и экологичности [17].

б) Ещё одним из важных мероприятий является применение теплоизолирующего материала [18]. Предлагается использование вспененного каучука, который характеризуется высокой износостойкостью, низкой теплопроводностью и паропроницаемостью. Теплоизоляция из вспененного каучука выпускается как в трубах, так и в рулонах различной толщины. При проведении монтажных работ важно учитывать толщину трубы и толщину стенки изоляции. При установке изоляции для предотвращения образований конденсата следует также учитывать, что необходимо изолировать как стыки соединений, так и трубы. Это необходимо для предотвращения образования конденсата на стыке и, как следствие, коррозии.

в) Применение метода магнитного неразрушающего контроля [19]. МНК – методы дефектоскопии, которые применяются для выявления дефектов на поверхности и внутри объектов из ферромагнитных металлов. Согласно ГОСТ 55612-2013 МНК подразделяется на следующие методы:

Магнитопорошковый. Данный метод является наиболее часто используемым. Он универсален, прост в исполнении и обладает высокой чувствительностью. Порошковый метод основан на обнаружении искажений магнитного поля, возникающих из-за скрытых дефектов. Намагниченные детали обрабатываются магнитным составом в виде порошка или суспензии. Частицы осаждаются на поверхности вблизи места расположения дефекта. В неоднородном магнитном поле частицы притягиваются друг к другу и образуют цепочки вдоль линий магнитных сил. Схема магнитопорошкового контроля представлена на рисунке 4.1. К таким относятся портативные намагничивающие устройства МД-4К / МД-4П. Точность магнитопорошкового метода зависит от различных факторов:

- магнитные характеристики материала, из которого изготовлена деталь;
- взаимная направленность намагничивающего поля и скрытого дефекта;
- размеры, форма, шероховатость детали;
- свойства и способ нанесения магнитного состава на поверхность;
- сила напряженности намагничивающего поля и ряд других.

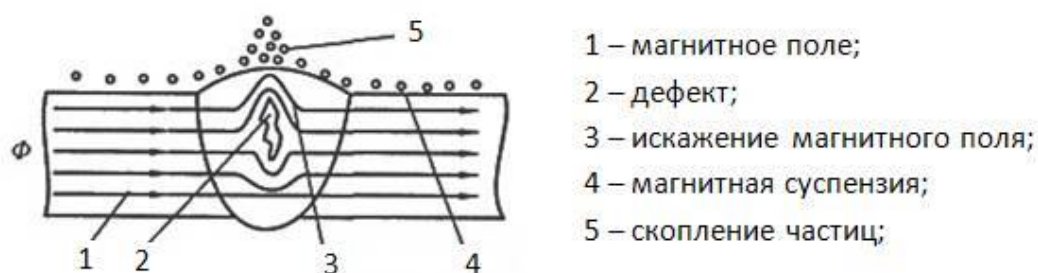


Рисунок 4.1 – Схема магнитопорошкового контроля

Магнитографический. В данном методе при намагничивании детали в месте дефекта формируется магнитное поле рассеяния. Магнит крепится к эластичному магнитопроводу, который сильно прижимается к поверхности шва. Схема магнитографического контроля представлена на рисунке 4.2. Магнитографический контроль включает в себя две операции:

- намагничивание объектов специальными приборами и запись полей дефектов на магнитную ленту;
- воспроизведение/считывание записи с ленты с помощью магнитографического дефектоскопа.



Рисунок 4.2 – Схема магнитографического контроля

Метод магнитной памяти металла (называется также ММП-контроль). С его помощью контролируют сварные соединения любых видов и формы: угловые, тавровые, встык, внахлест и т. д. ММП-контроль основан на исследовании того, как распределяются собственные магнитные поля рассеяния (СМПП) металла, который использовался при сварке. Это позволяет выявить зоны:

- концентрации остаточных напряжений и их распределения вдоль сварного шва;
- вероятного расположения основных дефектов сварки.

г) Внедрение дистанционных механических устройств и автоматики в диспетчерское управление и обслуживание газоснабжения, что обеспечивает централизованный контроль основных показателей систем, автоматическую регулировку давления газа и дистанционное механическое управление соответствующими запорными устройствами, что обеспечивает снижение вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций.

д) Применение современных систем автоматики компрессорных установок [20]. Для эффективной работы трубопровода необходимо поддержание давления газа по всей длине трассы – для этого устанавливаются компрессорные станции (КС). Предлагается использование мобильных компрессорных станций при проведении ремонтных работ. Такие станции

обеспечивают безопасную выработку газа из ремонтируемого участка в смежный или параллельный участок газопровода. Их применение должно соответствовать требованиям ГОСТ 34070-2017.

г) Очистку действующего газопровода предлагается осуществлять расширительной камерой. Расширительная камера является базовым уловителем загрязнений, принцип действия которого основан на внезапном снижении скорости газового потока за счет врезки в действующий газопровод трубы большего диаметра. При такой конструкции жидкость осаждается на нижней образующей трубопровода большего диаметра и отводится в конденсатоприемник по соединительным патрубкам (рисунок...)

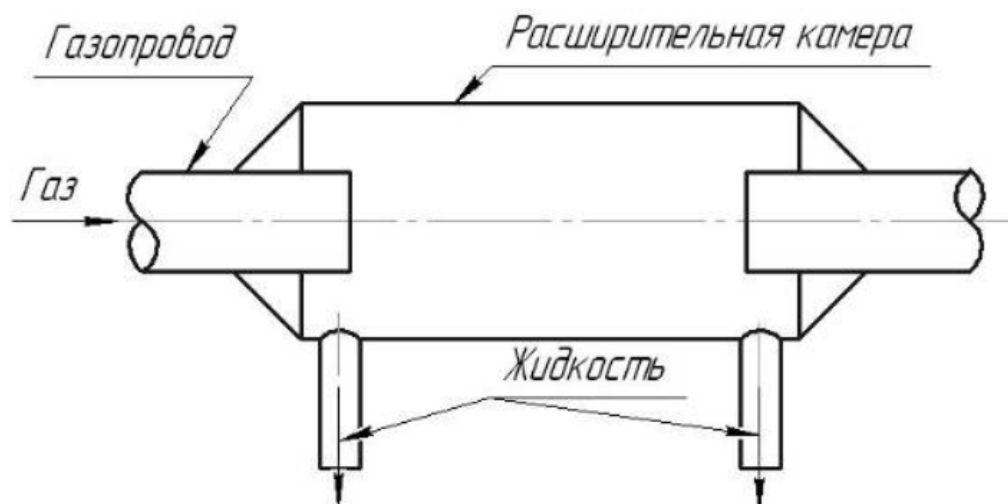


Рисунок 4.3 – Схема уловителя загрязнений типа "расширительная камера"

Применение таких уловителей способствует изменению потока газа и снижению его температуры, чем достигается отбивания мелкодисперсной жидкости из газового потока. Так как скорость газового потока снижается, применение таких устройств выгодно на полностью загруженных газопроводах с высокими скоростями газа и большим содержанием жидкости в газовом потоке.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа		ФИО	
3-1E81		Чутченко Алексей Сергеевич	
Школа	ИШНКБ	Отделение Школа	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Тема ВКР: Разработка мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций при эксплуатации кустовой площадки газоконденсатного месторождения

Перечень вопросов, подлежащих разработке:	
<i>Проблема конечного потребителя, которую решает продукт, который создается в результате выполнения НИОКР (функциональное назначение, основные потребительские качества)</i>	Отсутствие автоматизированных средств противопожарной защиты и сигнализации на объекте
<i>Способы защиты интеллектуальной собственности</i>	Патент на систему
<i>Объем и емкость рынка</i>	1 комплект на месторождение
<i>Современное состояние и перспективы отрасли, к которой принадлежит представительный ВКР продукт</i>	На отечественном рынке аналогами будут являться система «Страж»
<i>Себестоимость продукта</i>	1200000
<i>Конкурентные преимущества создаваемой системы</i>	Создание автоматизированной системы ОПС позволит: 1. Снизить вероятность возникновения пожаров на объекте; 2. Формирование единого программно-аппаратного модуля, который управляет работой всех охранных и пожарных датчиков, а также внешними системами и устройствами, поддерживающими безопасность на объекте
<i>Сравнение технико-экономических характеристик продукта с отечественными аналогами</i>	Низка стоимость относительно конкурентов
<i>Целевые сегменты потребителей создаваемого продукта</i>	Нефтегазодобывающие общества
<i>Бизнес-модель проекта</i>	Бизнес-модель, содержащая 9 ключевых компонентов.
<i>План продаж</i>	Стратегия «business to business» - последующий этап при появлении опытного образца и связей.
Перечень графического материала	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы</i>	Бизнес-модель Остервальдера, матрица стратегического планирования SWOT

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Верховская Марина Витальевна	К.Э.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E81	Чутченко Алексей Сергеевич		

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Оценка коммерческого потенциала и альтернатив проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Основными потребителями внедряемых систем могут быть:

- крупные газоперекачивающие производства;
- объединенные диспетчерские управления;
- легкая и тяжелая промышленность;
- резервуарные парки.

Матрица SWOT-анализа приведена ниже.

Таблица 5.1 – Матрица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Универсальность применения приборов 2. Наличие опытного научного-руководителя 	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Требуется уникального оборудования 2. Отсутствие повсеместного внедрения новой методики
<p>Возможности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Возможность создания партнерских отношений с рядом исследовательских институтов 2. Большой потенциал применения метода математического моделирования динамических процессов 	<p>Актуальность разработки, опытный руководитель и принципиально новая методика дает возможность сотрудничать с рядом ведущих исследовательских институтов;</p> <p>Большой потенциал применения методики, а также возможность выхода на внешний рынок обуславливаются принципиально новой методикой;</p>	<p>Возможность наличия партнерских отношений с исследовательскими институтами для взаимного использования уникального оборудования;</p> <p>Отсутствие повсеместного внедрения новой методики обеспечивает большой потенциал применения метода математического моделирования динамических процессов</p>

Продолжение таблицы 5.1

<p>Угрозы:</p> <p>1. Отсутствие спроса на новые программные продукты в исследуемой сфере</p> <p>2. Развитая конкуренция в сфере математического моделирования технологических процессов крупных производств</p>	<p>Универсальность применения разрабатываемых математических моделей и обширная сфера применения программного комплекса минимизируют влияния развитой конкуренции в обозначенной сфере</p>	
---	--	--

Выявление соответствия сильных и слабых сторон научно – исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды отражено в интерактивной матрице проекта (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
		C1	C2	C3	C4	C5
Возможности проекта	B1	+	+	+	+	+
	B2	0	0	+	+	0
	B3	+	-	-	-	-
	B4	+	+	0	+	+
	B5	+	0	-	+	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: B1C1C2C3C4C5, B2C3C4, B3C1, B5C1C4.

Таблица 5.3 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	-	-	0	0
	B2	0	0	+	-	-
	B3	-	0	0	-	-
	B4	-	0	-	-	-
	B5	0	-	-	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B1Сл1, B2Сл3.

Таблица 5.4 – Интерактивная матрица проекта

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

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: У2С2С5, У4С1С3С4С5.

Таблица 5.5 – Интерактивная матрица проекта

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

Коррелирующие слабые стороны и угрозы не выявлены.

Вывод: заявленная методика имеет большой потенциал, широкий круг потенциальных потребителей, а также возможность быстрого выхода на внешний рынок.

5.2 Оценка экономической эффективности применения пожарной сигнализации

Среди этапов есть строгая хронологическая последовательность. Так первым этапом обязательно должен быть сбор информации по объекту проектирования. После выполнения данного этапа выполняется анализ нормативно-правовых актов РФ в области пожаротушения и так далее.

Последовательность выполнения этапов проекта приведена в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Последовательность этапов выполнения разработки

Работа	Порядок выполнения
Анализ исследуемого объекта	1
Анализ нормативно-правовых актов РФ в исследуемой области	2
Анализ пожароопасности и взывоопасности объекта	3
Исследование организованных мероприятий обеспечения пожаробезопасности	4
Обзор систем пожаротушения	5
Установка необходимого оборудования	6
Разработка мероприятий по обеспечению экологической безопасности	7
Технико-экономическое обоснование проекта	8
Составление отчетной документации	9

После проведения всех необходимых расчетов и планирования этапов проектирования осуществляется расчет экономической эффективности реализуемых мероприятий. При проведении экономических расчетов

необходимо учитывать вероятность изменения начальной стоимости проекта в связи с различными обстоятельствами.

В процессе определения степени экономической эффективности осуществляется сравнительный анализ прогнозируемых результатов фактических. В первом случае в качестве исходной информации берется план, а во втором результаты опытной эксплуатации системы.

Основными показателями экономической эффективности являются такие параметры, как оптимизация трудоемкости и снижение себестоимости конечного программного продукта. Расчет экономической эффективности будем производить по методике расчета этих показателей.

В данном разделе необходимо дать комплексную оценку степени эффективности проводимых мероприятий на рассматриваемом предприятии. Для этого необходимо определить степень полезности системы, которая имеет определенный финансовый эквивалент. Данный эквивалент представляет собой разность между основными экономическими показателями деятельности организации до и после внедрения системы.

Для проведения анализа эффективности разработанной системы необходимо дать комплексную сравнительную оценку новой и существующей системе. С этой целью существует два основных метода оценки: формальный и неформальный. В качестве основы неформальных методов выступают цифровые данные, которые отражают субъективную сторону всей процедуры проведения сравнительного анализа. Наибольшей степенью правдоподобности и объективности обладают более простые и общепринятые подходы.

В настоящее время стоимость современных систем достаточно высока. Для эффективной экономической деятельности все организации и компании перед принятием решения о модернизации существующих систем должны провести тщательный анализ всех возможных рисков и результатов этого мероприятия.

Для того, чтобы объективно оценить степень эффективности той или иной системы необходимо привлечь квалифицированных специалистов с большим опытом работы в данной сфере. Только в этом случае есть высокая вероятность достоверно оценить все возможные риски и осуществить выбор оптимального варианта ОПС.

Все ОПС, которые представлены на рынке должны обладать каким-либо преимуществом. Это является залогом успеха продвижения данного продукта в условиях высокой конкуренции. Как правило, низкая эффективность от внедренной новой ИС обусловлена именно некачественным проведением работ на этапе выбора ОПС.

Персонал, который привлечен для выбора оптимального варианта внедряемой ОПС должен провести комплексную оценку всех имеющихся вариантов. Помимо этого, в их обязанности входит непрерывный мониторинг состояния системы. Во время проведения комплексной оценки необходимо постоянно сравнивать экономические затраты на реализацию проекта с прогнозируемым экономическим эффектом.

Как правило, процедура оценки экономической эффективности состоит из следующих этапов:

- базовый подход, который заключается в простом сопоставлении расходов и планируемого экономического эффекта;
- оценка затрат, необходимых для эксплуатации и обслуживания внедряемой ОПС;
- инвестиционная эффективность внедряемой ОПС;
- выбор и отслеживания показателей, характеризующих степень эффективности, применяемой ОПС.

Оценка эффективности реализуемого проекта принято осуществлять по всем направлениям: технологическое, техническое, отраслевое, региональное и финансовое. В рамках этого необходимо дать оценку по следующим критериям:

- степень актуальность на всех этапах жизненного цикла;

- анализ эффективности на основе имеющихся моделей экономических параметров;
- сравнительный анализ с моделью аналогичной ОПС;
- степень эффективности, внедряемой ОПС;
- оценка необходимой трудоемкости и количества финансовых вложений;
- сравнительная оценка затрат на проект и возможной прибыли;
- анализ всех потенциальных рисков
- всесторонний анализ всех компонентов внедряемой ОПС;
- создание модели функционирования ОПС;
- возможные финансовые потери;
- учет действия инфляционных процессов в экономике;
- различные непредвиденные обстоятельства.

На основании всех вышеуказанных параметров можно дать комплексную оценку эффективности, внедряемой ОПС. Помимо этого, рекомендуется проводить анализ еще по ряду показателей:

- размер итогового экономического эффекта;
- величина чистой прибыли;
- величина экономической нормы доходности;
- время, в течение которого окупается проект.

Таким образом, для того, чтобы комплексно оценить эффективность предлагаемого проекта, необходимо осуществить множество трудоемких операций и исследований. В каждом отдельном случае перечень необходимых мероприятий может дополняться различными пунктами. Также в ряде случаев может возникнуть ситуация, при которой нет необходимости проводить полный комплекс мероприятий, по оценке эффективности. Иногда достаточно осуществить некоторые из перечисленных ранее мероприятий.

В работе произведён расчет сил и средств для тушения пожара.

Исходя из тактического замысла по прибытию первого подразделения эвакуация не производилась или была произведена частично. Для эвакуации

поиска и спасения возможных пострадавших необходимо отправить по одному звену ГДЗС на каждый этаж со средствами тушения (рукавной линией и стволом РСК-50). Одновременно с проведением спасательных работ вводить стволы на тушение пожара. Если сил недостаточно для одновременного спасения людей и тушения пожара, то вначале организовать проведение работ по спасанию людей и защиту путей эвакуации.

План реализации данных мероприятий представлен в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – План мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Мероприятия	Срок исполнения
Разработка проекта системы ранней передачи о пожаре	2023 год
Монтаж системы ранней передачи о пожаре	2023 год
Пуско-наладочные работы	2024 год

Данные для расчёта ожидаемых потерь от пожаров представлены в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измер-ие	Обо з-ие	Перв-й вар-нт	Втор-й вар-нт
Площадь общая	м ²	F	5360	
Площадь пожара первичными средствами	м ²	F _{пож}	4	4
Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения	м ²	F'' _{по ж}	2500	
Время свободного развития	мин.	V _{св.г.}	6	14
«Стоимость оборудования»	руб./м ²	C _т	15000	15000
«Стоимость частей зданий»	руб./м ²	C _к	30000	30000
«Вероятность возникновения загорания»	1/м ² в год	J	3,2×10 ⁻⁴	

Продолжение таблицы 5.8

«Вероятность тушения пожара привозными средствами пожаротушения»	-	P_2	0,86	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами»	-	P_1	0,79	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами»	-	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери»	-	K	1,63	
Стоимость оборудования	Руб.	K	0	120000 0
Норма текущего ремонта	%	$H_{т.р.}$	0	0,2
Норма амортизационных отчислений	%	H_a	0	10
Плата за обслуживание системы противопожарной сигнализации	Руб. в год	Π	0	24000
Плата за энергопотребление	Руб. в год	\mathcal{E}	0	1250
Норма дисконта	%	HD	0	10
Период реализации мероприятия	лет	T	0	10

Расчёт материальных потерь:

$$M(\Pi_2) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) \quad (5.1)$$

где $M(\Pi_1)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения;

$M(\Pi_2)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, ликвидированных подразделениями пожарной охраны;

$M(\Pi_3)$ – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения»:

$$M(\Pi_1) = JFC_m F_{\text{пож}} (1+k)p_1; \quad (5.2)$$

где J – вероятность возникновения пожара, $1/\text{м}^2$ в год;

F – площадь объекта, м^2 ;

C_T – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов, руб./ м^2 ;

$F_{\text{пож}}$ – площадь пожара на время тушения первичными средствами;

p_1 – вероятность тушения пожара первичными средствами;

k – коэффициент, учитывающий косвенные потери».

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2, \quad (5.3)$$

где p_2 – вероятность тушения пожара привозными средствами;

C_K – стоимость поврежденных частей здания, руб./ м^2 ;

$F'_{\text{пож}}$ – площадь пожара за время тушения привозными средствами».

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2] \quad (5.4)$$

где $F''_{\text{пож}}$ – площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения, м^2 .

Рассчитаем площадь пожара в Муниципальном учреждении культуры «Межпоселенческий культурно-досуговый центр»:

$$F''_{\text{пож}} = n(v_L B_{\text{св.г}})^2, \text{ м}^2, \quad (5.5)$$

где v_L – линейная скорость распространения горения по поверхности, м/мин;

$B_{\text{св.г}}$ – время свободного горения, мин.»

Получим:

$$F''_{\text{пож}} 1 = 3,14(1 \times 14)^2 = 615,44 \text{ м}^2;$$

$$F''_{\text{пож}} 1 = 3,14(1 \times 6)^2 = 113 \text{ м}^2.$$

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 3,2 \times 10^{-4} \times 5360 \times 15000 \times 4 \times (1 + 1,63) \times 0,86 = 232766,36 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 3,2 \times 10^{-4} \times 5360 \times (15000 \times 615,44 + 30000) \times 0,52 \times (1 + 1,63) \times (1 - 0,79) \times 0,86 = 3917181,34 \text{ руб./год}.$$

$$M(\Pi_3) = 3,2 \times 10^{-4} \times 5360 \times (15000 \times 2680 + 30000) \times (1 + 1,63) \times [1 - 0,79 - (1 - 0,79) \times 0,86] = 5442267 \text{ руб./год}.$$

Для второго варианта:

$$M(P_1) = 3,2 \times 10^{-4} \times 5360 \times 15000 \times 4 \times (1 + 1,63) \times 0,86 = 232766,36 \text{ руб./год};$$

$$M(P_2) = 3,2 \times 10^{-4} \times 5360 \times (15000 \times 113 + 30000) \times 0,52 \times (1 + 1,63) \times (1 - 0,79) \times 0,86 = 724415,47 \text{ руб./год.}$$

$$M(P_3) = 3,2 \times 10^{-4} \times 5360 \times (15000 \times 2680 + 30000) \times (1 + 1,63) \times [1 - 0,79 - (1 - 0,79) \times 0,86] = 5442267 \text{ руб./год.}$$

Общие ожидаемые потери от пожаров:

– вариант 1 – объект не оборудован системой ОПС:

$$M(P_1) = 232766,36 + 3917181,34 + 5442267 = 9592214,70 \text{ руб./год.}$$

– вариант 2 – объект оборудован системой ОПС:

$$M(P_2) = 232766,36 + 724415,47 + 5442267 = 6399448,83 \text{ руб./год.}$$

Стоимость оборудования ОПС представлена в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Стоимость предложенных мероприятий

Виды работ	Стоимость, руб.
Разработка проекта системы ранней передачи и ОПС	50000
Стоимость оборудования	1000000
Монтаж системы	100000
Пуско-наладочные работы	50000
Итого:	1200000

Эксплуатационные расходы на содержание системы пожарной сигнализации составит:

$$\begin{aligned} P_1 &= 0, \\ P_2 &= A + C, \end{aligned} \quad (5.6)$$

где A – затраты на амортизацию пожарной сигнализации, руб./год;

C – текущие затраты указанных систем, руб/год.

Получим:

$$P_2 = 120000 + 27650 = 147650 \text{ руб./год.}$$

$$C = C_{\text{тр}} + \Pi + \text{Э}, \quad (5.7)$$

где $C_{\text{тр}}$ – затраты на текущий ремонт, руб./год.

Получим:

$$C = 2400 + 24000 + 1250 = 27650 \text{ руб./год.}$$

$$C_{\text{тр}} = \frac{K \times H_{\text{тр}}}{100\%}, \text{ руб./год} \quad (5.8)$$

где K – капитальные затраты на приобретение, проектирование, монтаж системы пожарной сигнализации, руб.;

$H_{\text{тр}}$ – норма текущего ремонта, %.

Получим:

$$C_{\text{тр}} = \frac{1200000 \times 0,2}{100} = 2400 \text{ руб./год.}$$

Затраты на амортизацию систем пожарной сигнализации:

$$A = \frac{K_2 \times H_a}{100\%} = \frac{1200000 \times 10}{100} = 120000 \text{ руб./год} \quad (5.9)$$

Экономический эффект от предложенных мероприятий составит:

$$И = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (10)$$

где T – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);

t – год осуществления затрат;

$НД$ – постоянная норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал.

$M(\Pi_1)$, $M(\Pi_2)$ – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

K_1 , K_2 – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

P_1 , P_2 – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t -м году, руб./год».

Расчёт денежных потоков представлен в таблице 5.10.

Таблица 5.10 – Расчёт денежных потоков

Год проекта	$M(\Pi)1-M(\Pi)2$	P_2-P_1	Д	$[M(\Pi 1)-M(\Pi 2)-(P_2-P_1)] \cdot Д$	K_2-K_1	Денежные потоки
1	3192765,87	147650	0,91	2771055,44	1200000	1571055,44
2	3192765,87	147650	0,83	2527446,17	-	2527446,17
3	3192765,87	147650	0,75	2283836,90	-	2283836,90
4	3192765,87	147650	0,68	2070678,79	-	2070678,79
5	3192765,87	147650	0,62	1887971,84	-	1887971,84
6	3192765,87	147650	0,56	1705264,89	-	1705264,89
7	3192765,87	147650	0,51	1553009,09	-	1553009,09
8	3192765,87	147650	0,47	1431204,46	-	1431204,46
9	3192765,87	147650	0,42	1278948,67	-	1278948,67
10	3192765,87	147650	0,39	1187595,19	-	1187595,19

С целью более раннего обнаружения загорания предложено оборудовать объект системой ОПС и обнаружения возгораний.

Интегральный экономический эффект от оборудования системой за десять лет составит 17497011,44 рублей.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1E81	Чутченко Алексей Сергеевич

Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 «Техносферная безопасность»

Тема дипломной работы: «Разработка мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций при эксплуатации кустовой площадки газоконденсатного месторождения»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объект исследования: рабочее место оператора кустовой площадки</p> <p>Кустовая площадка – это горизонтальная площадка, на которой размещены: газовые скважины, оборудованные фонтанной арматурой (АФ), эстакада технологических трубопроводов, узел для проведения замеров дебитов и газоконденсатных исследований скважин, средства контроля и автоматизации, связи, электрохимзащиты.</p> <p>Опасным производственным объектом газодобывающих производств в соответствии с Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности в газовой промышленности», утвержденными приказом Ростехнадзора от 12.03.2013, являются объекты бурения и добычи, расположенные в границах горного отвода (участка недр) или земельного отвода.</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов</p> <ul style="list-style-type: none"> • Природа воздействия • Действие на организм человека • Нормы воздействия и нормативные документы (для вредных факторов) • СИЗ коллективные и индивидуальные <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Термические источники опасности • Электробезопасность • Пожаробезопасности 	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Недостаточная освещенность; - Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры; - Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ; - Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ; <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R_{заземления}, СКЗ, СИЗ; - Проведен расчет освещения рабочего места; представлен рисунок размещения светильников на потолке с размерами в системе СИ; -Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации.
--	---

2. Экологическая безопасность: <ul style="list-style-type: none"> Выбросы в окружающую среду Решения по обеспечению экологической безопасности 	Наличие промышленных отходов (бумага-черновики, обрезки монтажных проводов, бракованная строительная продукция);
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: 1.перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; 2.разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; 3.разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Рассмотрены 2 ситуации ЧС: 1) природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро, тепло-коммуникациях, водоканале, транспорте); 2) техногенная – несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае.
4. Перечень нормативно-технической документации.	ГОСТы, СанПиНы, СНиПы

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Е81	Чутченко Алексей Сергеевич		

6. Социальная ответственность

Введение:

Социальная ответственность - ответственность отдельного ученого и научного сообщества перед обществом. Первостепенное значение при этом имеет безопасность применения технологий, которые создаются на основе достижений науки, предотвращение или минимизация возможных негативных последствий их применения, обеспечение безопасного как для испытуемых, так и для окружающей среды проведения исследований.

В ходе данной работы исследуется разработка мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций при эксплуатации кустовой площадки газоконденсатного месторождения. Все работы выполнялись с использованием компьютера.

Раздел также включает в себя оценку условий труда на рабочем месте, анализ вредных и опасных факторов труда, разработку мер защиты от них.

6.1. Производственная безопасность

6.1.1. Отклонение показателей микроклимата в помещении

Проанализируем микроклимат в помещении, где находится рабочее место. Микроклимат производственных помещений определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Эти факторы влияют на организм человека, определяя его самочувствие.

Оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата приведены в таблице 6.1 и 6.2

Таблица 6.1 - Оптимальные нормы микроклимата

Период года	Температура воздуха, С°	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	19-23	40-60	0.1
Теплый	23-25		0.2

Таблица 6.2 - Допустимые нормы микроклимата

Период года	Температура воздуха, С°		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
	Нижняя допустимая граница	Верхняя допустимая граница		
Холодный	15	24	20-80	<0.5
Теплый	22	28	20-80	<0.5

Температура в теплый период года 23-25°С, в холодный период года 19-23°С, относительная влажность воздуха 40-60%, скорость движения воздуха 0,1 м/с.

В помещении осуществляется естественная вентиляция посредством наличия легко открываемого оконного проема (форточки), а также дверного проема. По зоне действия такая вентиляция является общеобменной. Основной недостаток - приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания. Согласно нормам, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 объем воздуха необходимый на одного человека в помещении без дополнительной вентиляции должен быть более 40м³. Параметры микроклимата поддерживаются в холодное время года за счет систем водяного отопления с нагревом воды до 100°С, а в теплое время года – за счет кондиционирования, с параметрами согласно. Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям [21].

6.1.2. Превышение уровней шума

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Он создается рабочим оборудованием, преобразователями напряжения, рабочими лампами дневного света, а также проникает снаружи. Шум вызывает головную боль, усталость, бессонницу или сонливость, ослабляет внимание, память ухудшается, реакция уменьшается.

Допустимый уровень шума составляет 80 дБА. Запрещается даже кратковременное пребывание в зоне с уровнями звукового давления, превышающими 135 дБА. [22] В таблице 6.3 приведены предельно допустимые уровни звукового давления согласно СанПин 2.2.2.540-96 пункт 3.3.2. [23].

Таблица 6.3 – Предельно допустимые уровни звукового давления

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

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть средства индивидуальной защиты (СИЗ) и средства коллективной защиты (СКЗ) от шума.

Средства коллективной защиты:

1. устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
2. изоляция источников шума от окружающей среды (применение глушителей, экранов, звукопоглощающих строительных материалов);
3. применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

Средства индивидуальной защиты: применение спецодежды и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

6.1.3. Повышенный уровень электромагнитных излучений

Источником электромагнитных излучений в данном случае являются дисплеи ПЭВМ. Монитор компьютера включает в себя излучения рентгеновской, ультрафиолетовой и инфракрасной области, а также широкий

диапазон электромагнитных волн других частот. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50 см вокруг ВДТ не должна превышать 25В/м в диапазоне от 5Гц до 2кГц, 2,5В/м в диапазоне от 2 до 400кГц [24]. Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250нТл, и 25нТл в диапазоне от 2 до 400кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500В. В ходе работы использовалась ПЭВМ со следующими характеристиками: напряженность электромагнитного поля 2,5В/м; поверхностный потенциал составляет 450 В (основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76.)

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона при работе на ПЭВМ у человеческого организма сердечно-сосудистые, респираторные и нервные расстройства, головные боли, усталость, ухудшение состояния здоровья, гипотония, изменения сердечной мышцы проводимости. Тепловой эффект ЭМП характеризуется увеличением температуры тела, локальным селективным нагревом тканей, органов, клеток за счет перехода ЭМП на теплую энергию.

Предельно допустимые уровни облучения (по ГОСТ 54 30013-83):

- а) до 10 мкВт/см², время работы (8 часов);
- б) от 10 до 100 мкВт/см², время работы не более 2 часов;
- в) от 100 до 1000 мкВт/см², время работы не более 20 мин. при условии пользования защитными очками;
- г) для населения в целом ППМ не должен превышать 1 мкВт/см².

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

СКЗ:

1. защита временем;
2. защита расстоянием;
3. снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;

4. экранирование источника;
5. защита рабочего места от излучения;

СИЗ:

1. Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.

2. Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO_2).

6.1.4. Поражение электрическим током

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц. По опасности электропоражения комната относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует повышенная влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения токоведущих элементов с заземленными металлическими корпусами оборудования [25].

Рабочее место относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. Безопасными номиналами являются: $I < 0,1$ А; $U < (2-36)$ В; $R_{\text{зазем}} < 4$ Ом. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Каждому необходимо знать меры медицинской помощи при поражении электрическим током. В любом рабочем помещении необходимо иметь медицинскую аптечку для оказания первой медицинской помощи.

Поражение электрическим током чаще всего наступает при небрежном обращении с приборами, при неисправности электроустановок или при их повреждении.

Для освобождения пострадавшего от токоведущих частей необходимо использовать непроводящие материалы. Если после освобождения пострадавшего из-под напряжения он не дышит, или дыхание слабое, необходимо вызвать бригаду скорой медицинской помощи и оказать пострадавшему доврачебную медицинскую помощь:

- обеспечить доступ свежего воздуха (снять с пострадавшего стесняющую одежду, расстегнуть ворот);
- очистить дыхательные пути;
- приступить к искусственной вентиляции легких (искусственное дыхание);
- в случае необходимости приступить к непрямому массажу сердца.

Любой электроприбор должен быть немедленно обесточен в случае:

- возникновения угрозы жизни или здоровью человека;
- появления запаха, характерного для горячей изоляции или пластмассы;
- появления дыма или огня;
- появления искрения;
- обнаружения видимого повреждения силовых кабелей или коммутационных устройств.

Для защиты от поражения электрическим током используют СИЗ и СКЗ.

Средства коллективной защиты:

1. Заземление источников электрического тока;
2. Использование щитов, барьеров, клеток, ширм, а также заземляющих и шунтирующих штанг, специальных знаков и плакатов.

Средства индивидуальной защиты:

1. Использование диэлектрических перчаток, изолирующих клещей и штанг, слесарных инструментов с изолированными рукоятками, указатели величины напряжения, калоши, боты, подставки и коврики.

6.1.5. Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95, где происходит периодическое наблюдение за ходом производственного процесса при постоянном нахождении людей в помещении освещенность при системе общего освещения не должна быть ниже 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда [26, 27].

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения (факел плазмы в камере с катализатором) применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 12$ м, ширина $B = 10$ м, высота = 3,5 м.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{рас}} = E_{\text{н}} \cdot S \cdot K_3 \cdot Z / N \cdot \eta \quad (4.1)$$

где $E_{\text{н}}$ - нормируется минимальная освещенность по СНиП 23-05-95 лк; S - площадь освещаемого помещения, м^2 ; K_3 - коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, свето-технической

арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли (табл. 4.9); 2 - коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{ср}/E_{min}$. Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1; N - число ламп в помещении; η - коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен ρ_c и потолка ρ_n .

Проведем проверку выполнения условия соответствия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{лд} - \Phi_{п}}{\Phi_{лд}} \cdot 100\% \leq 20\% \quad (4.2)$$

Подставляя численные значения получаем:

$$-10\% \leq \frac{2800 - 2554}{2554} \cdot 100\% \leq 20\%$$

$$-10\% \leq 9,6\% \leq 20\%$$

Результаты расчета укладываются в допустимые пределы.

Определим мощность осветительной установки:

$$P = 24 \cdot 40\text{Вт} = 960\text{Вт}.$$

Теперь определим расстояния между светильниками по длине и ширине помещения.

$$12000 = 3 \cdot L_A + 4 \cdot 1230 + \frac{2}{3} \cdot L_A; L_A = (12000 + 4920) \cdot \frac{3}{11} = 1930 \text{ мм};$$

$$L_A/3 = 644 \text{ мм};$$

$$10000 = 2 \cdot L_B + 3 \cdot 266 + \frac{2}{3} \cdot L_B; L_B = (10000 - 798) \cdot \frac{3}{8} = 3450 \text{ мм};$$

$$L_B/3 = 1150 \text{ мм}.$$

Рисуем схему размещения светильников на потолке для обеспечения общего равномерного освещения, представленную на рисунке 6.1.

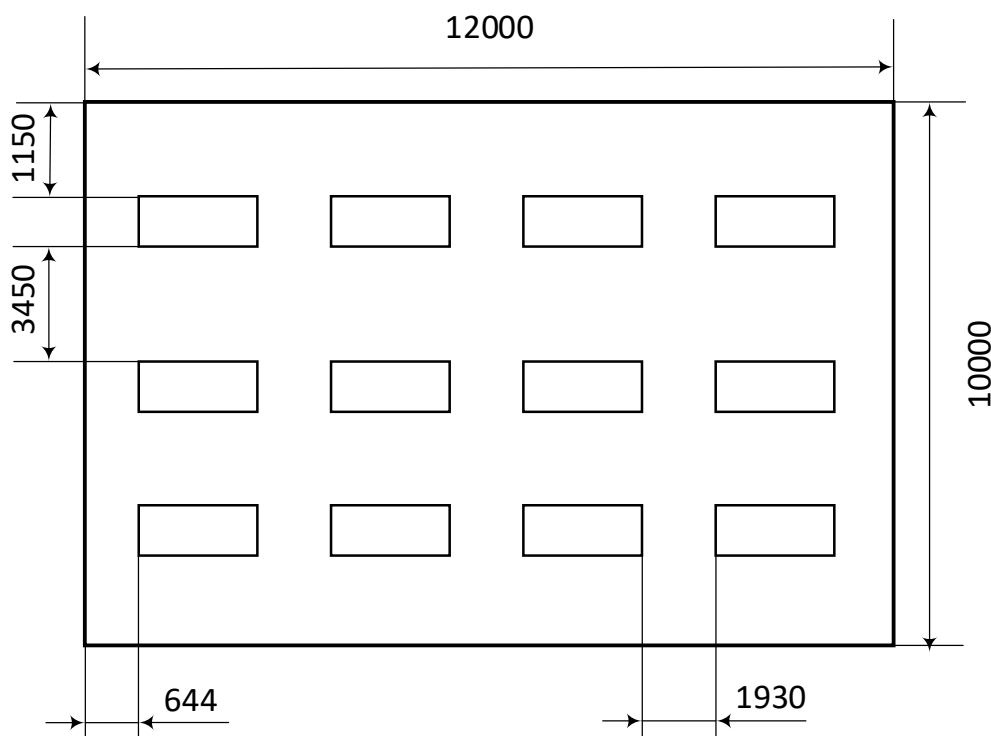


Рисунок 6.1. План размещения светильников на потолке

Проведем проверку выполнения условия соответствия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%$$

Подставляя численные значения получаем:

$$-10\% \leq \frac{2800 - 2554}{2554} \cdot 100\% \leq 20\%$$

$$-10\% \leq 9,6\% \leq 20\%$$

Результаты расчета укладываются в допустимые пределы.

Определим мощность осветительной установки:

$$P = 40 \cdot 80\text{Вт} = 3200 \text{ Вт.}$$

6.1.6. Пожарная опасность

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д.

Согласно НПБ 105-03 относится к категории А – горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости 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.

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000В. Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Для предупреждения пожара и взрыва необходимо предусмотреть:

1. специальные изолированные помещения для хранения и разлива легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), оборудованные приточно-

вытяжной вентиляцией во взрывобезопасном исполнении - соответствии с ГОСТ 12.4.021-75 и СНиП 2.04.05-86;

2. специальные помещения (для хранения в таре пылеобразной канифоли), изолированные от нагревательных приборов и нагретых частей оборудования;

3. первичные средства пожаротушения на производственных участках (передвижные углекислые огнетушители ГОСТ 9230-77, пенные огнетушители, ящики с песком, войлок, кошма или асбестовое полотно);

4. автоматические сигнализаторы (типа СВК-3 М 1) для сигнализации о присутствии в воздухе помещений предвзрывных концентраций горючих паров растворителей и их смесей.

Рабочее место полностью соответствует требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, изображенного на рисунке 6.2, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

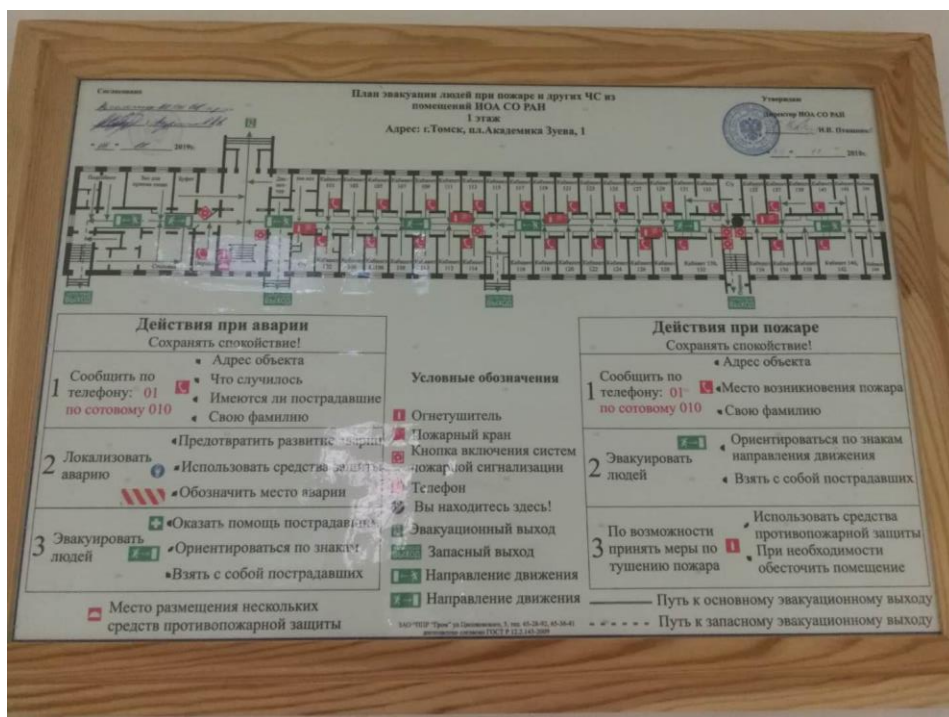


Рисунок 6.2. План эвакуации

6.2. Экологическая безопасность

В компьютерах огромное количество компонентов, которые содержат токсичные вещества и представляют угрозу, как для человека, так и для окружающей среды.

К таким веществам относятся:

- свинец (накапливается в организме, поражая почки, нервную систему);
- ртуть (поражает мозг и нервную систему);
- никель и цинк (могут вызывать дерматит);
- щелочи (прожигают слизистые оболочки и кожу);

Поэтому компьютер требует специальных комплексных методов утилизации. В этот комплекс мероприятий входят:

- отделение металлических частей от неметаллических;
- металлические части переплавляются для последующего производства;
- неметаллические части компьютера подвергаются специально переработке [28];

Исходя из сказанного выше перед планированием покупки компьютера необходимо:

- Побеспокоится заранее о том, каким образом будет утилизирована имеющаяся техника, перед покупкой новой.
- Узнать, насколько новая техника соответствует современным эко-стандартам и примут ее на утилизацию после окончания срока службы.

Утилизировать оргтехнику, а не просто выбрасывать на «свалку» необходимо по следующим причинам:

Во-первых, в любой компьютерной и организационной технике содержится некоторое количество драгоценных металлов. Российским законодательством предусмотрен пункт, согласно которому все организации обязаны вести учет и движение драгоценных металлов, в том числе тех, которые входят в состав основных средств. За несоблюдение правил учета,

организация может быть оштрафована на сумму от 20000 до 30000 руб. (согласно ст. 19.14. КоАП РФ);

Во-вторых, предприятие также может быть оштрафовано за несанкционированный вывоз техники или оборудования на «свалку»;

Стадия утилизации, утилизируя технику мы заботимся об экологии: количество не перерабатываемых отходов минимизируется, а такие отходы, как пластик, пластмассы, лом черных и цветных металлов, используются во вторичном производстве. Электронные платы, в которых содержатся драгметаллы, после переработки отправляются на аффинажный завод, после чего чистые металлы сдаются в Госфонд, а не оседают на свалках.

Таким образом утилизацию компьютера можно провести следующим образом:

- отделить металлические детали от неметаллов;
- разделить углеродистые металлы от цветмета;
- пластмассовые изделия (крупногабаритные) измельчить для уменьшения объема;
- кофир-порошок упаковать в отдельную упаковку, точно также, как и все проклассифицированные и измельченные компоненты оргтехники, и после накопления на складе транспортных количеств отправить предприятиям и фирмам, специализирующимся по переработке отдельных видов материалов.

6.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Природная чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории или акватории, сложившейся в результате возникновения источника природной чрезвычайной ситуации, который может повлечь или повлек за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приводит к авариям систем тепло- и водоснабжения, сантехнических коммуникаций и электроснабжения, приостановке работы. В этом случае при подготовке к зиме следует предусмотреть а) газобаллонные калориферы (запасные обогреватели), б) дизель или бензоэлектрогенераторы; в) запасы питьевой и технической воды на складе (не менее 30 л на 1 человека); г) теплый транспорт для доставки работников на работу и с работы домой в случае отказа муниципального транспорта. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

Также на объекте наиболее вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была рассмотрена схема кустовой площадки газоконденсатного месторождения, а также основные технологические процессы, особенности работы и характерные для таких объектов аварийные ситуации.

Наиболее опасной составляющей исследуемого объекта являются линейные участки трубопроводов, имеющие большую протяженность и производительность.

В работе приведена основная нормативно-правовая база, на основании которой проводился расчет возникновения чрезвычайной ситуации. Построено «дерево отказов», определена вероятность наступления такого события, как разгерметизация трубопровода, которая составила 0,0386 соб./год. А также выявлены наиболее частые причины возникновения аварийной ситуации, а именно: разгерметизация вследствие коррозионного износа составила $2,22 \cdot 10^{-5}$ соб./год, некачественного выполнения строительно-монтажных работ – 0,0325 соб./год, износ оборудования в процессе эксплуатации – 0,00588 соб./год, заводских дефектов – $4,1 \cdot 10^{-4}$ соб./год.

Показано, что наиболее вероятными группами причин разгерметизации являются некачественно-выполненные строительно-монтажные работы и износ оборудования в процессе эксплуатации.

На основании полученных расчетов вероятностей причин разгерметизации были предложены мероприятия по минимизации вероятностей данных событий. Применение всех предложенных мероприятий позволит продлить срок службы трубопроводов, а также уменьшить риски возникновения чрезвычайных ситуаций.

Список литературы

1. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Приказ от 15 декабря 2020 года N 534 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила 92 безопасности в нефтяной и газовой промышленности»: Зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 29.12.2020. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230594> (дата обращения: 25.02.2023).
2. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Приказ от 14.06.2016 N 356 Об утверждении «Правил разработки месторождений углеводородного сырья»: Зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 26.08.2016. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420365257> (дата обращения: 25.02.2023).
3. Российская Федерация. Законы. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон № 116-ФЗ : [принят Государственной Думой 20 июня 1997 года]. – Москва: 2023. – 44 с. – ISBN 978-5-905080-38-8.
4. ГОСТ 12.1.007-76. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности: дата введения 1997-01-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200233> (дата обращения 05.03.2023).
5. ГОСТ 9573-2012. Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем теплоизоляционные. Технические условия.: дата введения 2013-07-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101613> (дата обращения 05.03.2023).
6. Карабалин У.С. Методы ликвидации и предупреждения аварийных ситуаций при освоении месторождений углеводородного сырья / У.С. Карабалин. – Текст: непосредственный // Алматы, 2008. – С. 53-64.

7. Цхадая Н.Д. Эргономика и безопасность / Н.Д. Цхадая, В.М. Юдин, И.А. Бараусова. – Текст: непосредственный // Учебное пособие. – Ухта: УГТУ, 2001. – 64 с.: ил. – ISBN 5–88179–220–3.

8. ГОСТ 12.0.004-2015. Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения: дата введения 2017-03-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200101613> (дата обращения 05.03.2023).

9. Правительство Российской Федерации. Постановление от 24.12.2021 г. N 2464 О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/727688582> (дата обращения 05.03.2023).

10. Воздействие нефтеперерабатывающей промышленности на окружающую среду и здоровье человека / Г.К. Лобачева, А.В. Карпов. – Текст : электронный // Альманах. – 2014. – С. 16-21. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22508084> (дата обращения 25.04.2023). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

11. Сайт Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) хозяйства [Электронный ресурс] : URL: <http://www.gosnadzor.ru/>. Дата обращения: 05.06.2023 г.

12. Менеджмент риска. инженерные методы анализа и оценки риска технологических систем / В. А. Ваганов, А. Ф. Хлебунов. – Текст : электронный // Центр ДГТУ. – 2012. – С. 85. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19987145> (дата обращения 25.04.2023). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

13. Российская Федерация. Федеральный закон. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Принят Государственной Думой 04.07.2008 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения 05.03.2023).

14. Приказ Ростехнадзора от 29.06.2016 N 272 «Об утверждении Руководства по безопасности Методика оценки риска аварий на опасных

производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте- и газохимической промышленности» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru> (дата обращения 09.05.2023).

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

16. ГОСТ 32569-20. Межгосударственный стандарт. Трубопроводы технологические. Требования к устройству и эксплуатации на взрывопожароопасных и химически опасных производствах: дата введения 2015-01-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200111138> (дата обращения 09.05.2023).

17. Обзор применения метода криогенного бластинга для очистки изоляции воздушных линий и подстанций / А. Н. Горлов, А. В. Вдовин. – Текст : электронный // Будущее науки. – 2014. – С. 196-198. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22584201> (дата обращения 25.04.2023). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

18. Программа информационной поддержки при принятии решения по выбору параметров теплоизоляции трубопроводов повышенной температуры / В. И. Ануфьев, Д.В. Быков, Б. Г. Иванов, Д.Г. Филатов. – Текст : электронный // 2023. – С. 125-148. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=52139988> (дата обращения 25.04.2023). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

19. ГОСТ Р 56542-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов: дата введения 2020-11-01. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200169346> (дата обращения 09.05.2023).

20. Официальный сайт ПАО «Газпром» [Электронный ресурс] : URL: <https://mks.gazprom.ru/>. Дата обращения: 05.06.2023 г.

21. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды

обитания»: Зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 29.01.2021. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 25.02.2023). – Текст: электронный

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

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

24. ГОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности: дата введения 1983-04.04. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9052762> (дата обращения: 25.02.2023). – Текст: электронный.

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

26. СП 52.13330.2016. Свод правил. Естественное и искусственное освещение: дата введения 2017-05-08. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения: 25.02.2023). – Текст: электронный.

27. ГОСТ Р 55842-2013. Освещение аварийное. Классификация и нормы: дата введения 2015-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения: 25.02.2023). – Текст: электронный.

28. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов. Основные положения: дата введения 2001-05-24. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9052762> (дата обращения: 25.02.2023). – Текст: электронный.