

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль)/специализация)

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Разработка мероприятий по снижению пожарных рисков на газодобывающих объектах

Обучающийся

И.А. Шлыков

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.В. Резникова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

## Аннотация

Пожарная безопасность - одна из главных функций государственной власти. Основное направление в этой работе – разработка мер по уменьшению пожарного риска на газопроводах.

Анализ самых крупных аварий показывает, что при пожарах и взрывах большого количества газовых выбросов разрушение происходит не только в зданиях и конструкциях самой производственной площадки, но и в близлежащих жилищных массивах. Создаются значительные трудности при локализации пожаров, а традиционные средства профилактики пожаров оказываются малоэффективными. Недостаточная эффективность пожарных взрывных производств обусловлена, в первую очередь, недостатком аналитической количественной оценки пожарных взрывных производств в проектах, строительствах, регистрациях, ремонтах и эксплуатациях.

Разработка пожарной ситуации - это возможный способ обеспечения безопасности и позволяет найти оптимальный вариант решения, предназначенный для эффективного выполнения решений по пожарной безопасности.

Целью выполнения данной работы является:

- изучение основных закономерностей и факторов возникновения и развития пожаров в газопроводах;
- оценка объекта безопасности и оценка мероприятий по охране окружающей среды;
- совершенствование тактического приема, разработка, внедрение новейших методов и методов предупреждения пожаров и катастроф;
- исследование методов расчетного прогноза по пожарам и чрезвычайным ситуациям;
- разработка мероприятий по уменьшению пожарных рисков и оценка их экономические показатели.

## Принятые аббревиатуры и сокращения

АУГП – автоматическая установка газового пожаротушения.

АВО – аппарат воздушного охлаждения.

БД – блок двигателя.

БПТПиИГ - блок подготовки топливного, пускового и импульсных газов.

ГГУ – горизонтальное горелочное устройство.

ГПА – газоперекачивающий агрегат.

ДКС – дожимная компрессорная станция.

ДЭС – дизельная электростанция.

ГПА – газоперекачивающий агрегат.

ЗПА – здание переключающей арматуры.

ЗРУ – закрытое распределительное устройство.

ИМК – измерительный микропроцессорный комплекс.

КНС – канализационная насосная станция.

МПС – многопараметрический сенсор.

ПЛА – план ликвидации аварии.

ПНУ – пусковой насос уплотнения.

САУ – система автоматического управления.

СЗАО – система экстренной аварийной остановки.

ТБ – техника безопасности.

УВК – управляющий вычислительный комплекс.

УКПГ – установка комплексной подготовки газа.

УП – узел подключения.

ЦОГ – цех очистки газа.

## Содержание

Введение.....	6
1 Общая характеристика ДКС.....	10
1.1 Характеристика объекта исследования.....	10
1.2 План размещения основного оборудования, в котором обращаются опасные вещества.....	13
1.3 Перечень взрывоопасных производственных помещений ДКС.....	16
1.4 Сведения об общей численности работников на газодобывающем объекте.....	17
1.5 Дополнительные сведения.....	18
1.6 Характеристика местности, на которой размещается исследуемый объект.....	22
1.7 Описание технологического процесса на дожимной компрессорной станции.....	23
1.7.1 Противопожарное водоснабжение и пенотушения.....	25
1.7.2 Автоматическое пожаротушение.....	28
1.7.3 Система пожарной сигнализации.....	29
1.7.4 Система противопожарной защиты, автоматическое обнаружения и извещения о пожаре.....	30
1.7.5 Степень огнестойкости и этажность основных зданий и сооружений.....	32
1.7.6 Первичные средства пожаротушения.....	33
1.7.7 Требования к путям эвакуации персонала на газодобывающем объекте.....	34
1.7.8 Сведения об эвакуационных путях и выходах из здания.....	38
2 Оценка величины пожарного риска на газодобывающих объектах...	40
2.1 Методы оценки и расчета параметров возможных пожаров и рисков.....	40

2.2	Эвристический подход к анализу риска.....	44
2.3	Менеджмент риска. Процедуры управления пожарным риском на предприятии.....	45
2.4	Анализ и оценка пожарного риска на газодобывающем объекте ООО «Бованенковского газодобывающее предприятие».....	48
2.4.1	Выявление частоты реализации пожарных ситуаций.....	48
2.5	Оценка последствий воздействия опасных факторов на работников для различных сценариев его развития, расчет индивидуального пожарного риска.....	56
3	Разработка мероприятий по снижению величины пожарного риска на газодобывающих объектах.....	62
4	Охрана труда.....	65
4.1	Идентификация опасности и разработка рекомендаций по уменьшению пожарного риска.....	71
5	Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	77
6	Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности .....	84
	Заключение.....	95
	Список используемой литературы и используемых источников.....	96
	Приложение А Взрывоопасное производство.....	98
	Приложение Б Наличие АХОВ, радиационных веществ в помещениях, технологических установок (аппаратов).....	99

## Введение

Газовая промышленность – сфера высоких пожарных рисков. Газоперерабатывающие заводы, автомобильно-заправочные станции и другие объекты, связанные с добычей и использованием газа - потенциально уязвимы с точки зрения аварий и катастроф техногенного характера. Основные опасения в промышленной зоне объектов переработки газа - загазованности, пожаров и взрыва.

Газовая индустрия имеет большое влияние на экономическое процветание нашей страны, при развитии данной отрасли, сразу возникает вопрос об эффективности средств и систем пожаротушения.

Пожары наносят огромный материальный ущерб и в ряде случаев сопровождаются гибелью людей. Поэтому защита от пожаров является важнейшей обязанностью каждого члена общества и проводится в общегосударственном масштабе.

Таким образом, в этих условиях предъявляются специальные требования к сотрудникам газодобывающих предприятий, которые хорошо знают свой объект и технологические регламенты, должны постоянно принимать во внимание все изменения технологии, а также соблюдать пожарную безопасность при выполнении работ.

Статистика свидетельствует, что с 2018 г. по 2022 г. в системе объектов транспортировки газа произошло около 10% пожаров, на газ промыслах – 14%, на газоперерабатывающих заводах – 27,7%, а в резервуарных парках зафиксирована наибольшая доля пожаров – 48,3% (рисунок 1).

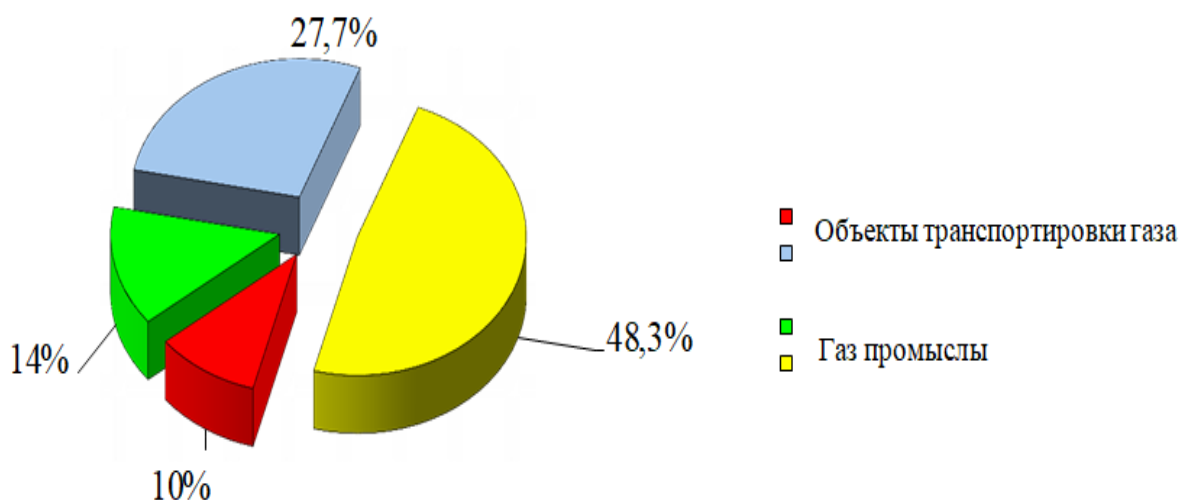


Рисунок 1 – Газоперерабатывающие заводы Резервуарные парки. Диаграмма распределения пожаров по объектам газовой промышленности за 2018-2022 года

Пожары на объектах переработки газа характеризуются значительным экологическим ущербом, связанным с попаданием больших количеств токсичных горящих продуктов, огнетушителей, мощного теплового излучения.

В России средняя частота пожаров с серьезными последствиями, на газодобывающих объектах составило 12 пожаров в год.

Характерными причинами возникновения пожаров и загораний на объектах переработки газа являются причины проявления атмосферных и статических электроэнергий, пирофорного самозагорания, механических ударов при выборе проб и измерении уровня твердости в стальной вертикальной емкости, искр электроустановки, технологических огневых устройств.

Обобщенные причины аварий и несчастных случаев со смертельным исходом на объектах газоперерабатывающей промышленности за последние годы непосредственно связаны с разрушением резервуаров и нарушением технологического регламента. Статистика свидетельствует, что атмосферное электричество составляет около 14%, статическое электричество – 9%, нарушения в электроустановках – 14%, открытый огонь и искры – 32%,

самовоспламенение и самовозгорание – 1%, переливы – 5%, прочие – 25% (рисунок 2).



Рисунок 2 – Диаграмма о причинах пожаров и загораний в резервуарных парках приведены в таблице

Видно, что из установленных источников зажигания наиболее распространенный – неосторожное обращение с огнем при проведении огневых работ, электрические и механические искры или горячие выхлопы глушителя автомобиля – 32,5%.

Поэтому дожимная компрессорная станция - объект повышенного пожарного риска, в котором происходят взрывные процессы высокого давления, а наличие в резервуарном парке может вызвать самые тяжелые и сложные последствия.

Актуальная проблема работы - обеспечение пожарной безопасности при добыче, транспортировке, переработке, хранении газа и газопровода, поскольку практически половина пожаров приходится на предприятия, которые занимаются этим процессом.

Объектом исследования является – дожимная компрессорная станция Бованенковского месторождения ООО «Газпром-Надым добыча».



Предметом исследования является – пожарная безопасность дожимная компрессорная станция газа Бованенковского месторождения ООО «Газпром-Надым добыча».

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить технологический процесс на участке подготовки и перекачки газа;
- провести анализ пожарной опасности участка подготовки и перекачки газа;
- разработать инженерно-технические мероприятия противопожарной защиты участка подготовки и перекачки газа.

Таким образом, целью работы является – разработка рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности станции газа Бованенковского месторождения ООО «Газпром-Надым добыча».

# **1 Общая характеристика дожимной компрессорной станции**

## **1.1 Характеристика объекта исследования**

Дожимная компрессорная станция (ДКС) представляют собой комплекс оборудование и системы, предназначенные для переработки и сжатия природного газа с места добычи и сбора газа до центра подготовки, переработки и магистрального газа.

Основными компонентами ДКС являются:

- компрессоры: Они используются для повышения давления газа. Обычно на ДКС устанавливаются винтовые, центробежные или поршневые компрессоры, которые обеспечивают необходимый уровень сжатия;

- системы охлаждения: Используются для снижения температуры сжатого газа, чтобы предотвратить перегрев оборудования и обеспечить его безопасную работу. Охлаждение может осуществляться с помощью воздуха, воды или специальных хладагентов;

- газ сепараторы: Предназначены для отделения жидкой фазы (воды, конденсата) и механических примесей от газа перед подачей его на компрессоры. Это позволяет предотвратить повреждение оборудования и повысить его эффективность;

- системы управления и контроля: Включают в себя датчики, контроллеры, системы аварийной сигнализации и мониторинга, которые обеспечивают контроль и управление работой ДКС, а также позволяют своевременно выявлять и устранять возможные неисправности;

- трубопроводная система: Обеспечивает транспортировку газа от точки его сбора или добычи до компрессорной станции и далее до конечного пункта назначения. Включает в себя различные элементы, такие как трубопроводы, запорную арматуру, регуляторы давления и т.д.;

- системы энергообеспечения: Обеспечивают электропитание оборудования ДКС. Это могут быть собственные источники энергии (например, дизельные генераторы) или внешние сети электроснабжения;

- здания и сооружения: В них размещаются основное и вспомогательное оборудование, системы управления и контроля, а также помещения для персонала и бытовые помещения;

- системы пожаротушения и безопасности: Обеспечивают защиту оборудования и персонала от возможных аварий и пожаров.

Принцип работы ДКС заключается в том, что газ поступает в станцию с скважины или другого источника и проходит через газовый сепаратор, который отделяет жидкость и механические примеси. Затем газ попадает на вход компрессора, где повышается давление. Полученный газ проходит по системе охлаждения, далее по контрольным приборам, а затем транспортируется через трубопровод к конечному объекту.

Дожимная компрессорная станция (ДКС) является важным элементом в процессе добычи и транспортировки природного газа. Она предназначена для сжатия и перемещения газа от места добычи или сбора до пункта его переработки или подачи в магистральный газопровод.

ДКС состоит из следующих основных компонентов:

- Компрессоры - используются для сжатия газа и повышения его давления. На ДКС могут использоваться винтовые, центробежные и поршневые компрессоры.

- Системы охлаждения - предназначены для снижения температуры газа после сжатия, что предотвращает перегрев оборудования.

- Газ сепараторы - служат для отделения жидкости и механических примесей из газа перед его подачей на компрессоры, что повышает эффективность работы оборудования.

- Системы управления и контроля - обеспечивают контроль и управление работой станции, а также сбор и обработку данных о ее работе.

– Трубопроводная сеть - обеспечивает транспортировку газа между различными элементами станции и между самой станцией и конечным потребителем.

– Здания и сооружения - включают в себя помещения для размещения оборудования, системы управления, бытовые помещения для персонала.

– Системы безопасности - обеспечивают защиту оборудования и персонала от аварий, пожаров и других опасных ситуаций.

Газ, поступающий на ДКС из скважин, поступает через сепараторы газа, где отделяется жидкость и примеси, а затем идет на вход компрессора, где увеличивается давление. После сжатия газ охлаждается и контролируется, а затем транспортируется по трубопроводам к месту назначения.

Дожимные компрессоры предназначены для того, чтобы обеспечить необходимое давление внутри коллектора и транспортировать природный газ от промышленности к потребителю.

Природный газ, транспортируемый по ДКС, называют технологическим, в отличие от газов импульсных, пусковых и топлива, которые используются для своих нужд.

Основным объектом ДКС является цех компрессоров, оборудованный газотурбинными агрегатами, а также ряд вспомогательных агрегатно-цеховых систем. Кроме цеха компрессорной установки комплекс ДКС включает: котельную, обще станционную систему водоснабжения, канализации, насосную станцию, дизельную электростанцию АЭС-804, трансформаторную подстанцию.

К вспомогательным системам относятся печи подогрева топливного газа (ППТГ), блок подготовки топливного, пускового, импульсного газа (БПТГ), цех сбора конденсата (ЦСК), склад ГСМ с системой насосов, аппарат воздушного охлаждения технологического газа (АВО),

пылеуловители (ПУ), система технологического газа с запорной арматурой, системы пускового, топливного, импульсного газа с запорной арматурой.

Основными производственными задачами ДКС являются обеспечение надежного, экономичного и безаварийного функционирования основных и внутренних оборудования в соответствии с заданным технологическим режимом.

Технологический режим ДКС определяет режим передачи газа промышленному коллектору. Неравномерное потребление газа определяет напряжённую работу КС.

## **1.2 План размещения основного оборудования, в котором обращаются опасные вещества**

План размещения основного оборудования, в котором обращаются опасные вещества, является важным документом, который разрабатывается на этапе проектирования производственного объекта. Он включает в себя информацию о расположении и взаимосвязи оборудования, трубопроводов, резервуаров и других элементов, связанных с обращением опасных веществ.

План размещения основного оборудования должен учитывать требования нормативных документов, правила безопасности и экологические нормы, а также особенности производственного процесса и характеристики используемых веществ. Он также должен обеспечивать удобство и безопасность обслуживания оборудования, возможность проведения ремонтных работ и локализации возможных аварий.

При разработке плана размещения основного оборудования необходимо учитывать следующие факторы:

Расположение и количество оборудования должно соответствовать требованиям технологического процесса.

Оборудование должно быть размещено таким образом, чтобы минимизировать риск возникновения аварийных ситуаций и обеспечивать возможность быстрого реагирования на аварийные ситуации.

Трубопроводы и другие элементы, связанные с обращением опасных веществ, должны быть расположены таким образом, чтобы обеспечить их доступность для обслуживания и ремонта, а также возможность контроля их состояния.

Резервуары и другие емкости, содержащие опасные вещества, должны быть размещены на безопасном расстоянии от жилых районов, дорог и других объектов, чтобы снизить риск возможных аварий и их последствий.

План размещения основного оборудования должен быть согласован с соответствующими органами надзора и контроля и утвержден руководством предприятия.

План размещения основного оборудования дожимных компрессорных станций, в которых обращаются опасные вещества, должен быть разработан в соответствии с требованиями нормативных документов и правил безопасности. Он должен учитывать особенности технологического процесса, характеристики используемого оборудования и веществ, а также обеспечивать безопасность эксплуатации и возможность локализации аварийных ситуаций.

В плане должны быть указаны расположение и количество основного оборудования, схемы трубопроводов и систем контроля, а также требования к безопасности персонала и окружающей среды. Кроме того, план должен предусматривать возможность проведения ремонтных и профилактических работ, а также учитывать требования к экологической безопасности.

Разработка плана должна осуществляться с учетом требований законодательства и стандартов, а также рекомендаций специалистов в

области безопасности. После утверждения плана он становится обязательным для исполнения всеми работниками предприятия.

ДКС позволяет получить оптимальные технические и экономические показатели работы месторождений и газа, а также предназначено для того, чтобы сжать газ, поступающий из УКГ, до необходимого давления и для того, чтобы сжать газ, поступающий из УКГ.

Поэтому в компрессорном периоде эксплуатации скважины давление на приёме ДКС уменьшится, сжатие газа возрастет, что приводит к необходимости постоянного увеличения силовой мощности привода сжатия и снижения производительности одной скважины.

Территория объекта условно разделена на зоны:

- зона сооружений технологического назначения;
- зона производственно-вспомогательных сооружений;
- зона сооружений энергоснабжения.

В зону сооружений технологического назначения входят:

- машинный зал;
- блок охлаждения и сепарации газа;
- систему циркуляции воды, используемой для охлаждения газа
- блок регенерации отработанных масел.

Зона производственно-вспомогательных сооружений включает в себя следующие объекты:

- противопожарная компрессорная станция;
- резервуары и емкости противопожарного запаса воды;
- блок для хранения пожарного инвентаря;
- операторная.

Зона сооружений энергоснабжения включает в себя комплектные трансформаторные подстанции. Зоны разделены между собой внутриплощадочными дорогами и коридорами инженерных коммуникаций.

### 1.3 Перечень взрывоопасных производственных помещений ДКС

В таблице 1 приведены взрывоопасные производства.

Таблица 1 – Взрывоопасные производства

Наименование производственных помещений	Категория помещения по НПБ 107-97	Класс взрывопожароопасных зон по ПУЭ	Ответственный за противопожарное состояние.	Наименование продукта, характеристика среды
1	2	3	4	5
ДКС-1				
Сепарационный зал	А	2	Инженер по ЭОГО	природный газ, конденсат углеводородный
КНС промстоков-1	Б	2	Инженер по ЭОГО	лёгкие и тяжёлые углеводороды
Помещение подготовки пускового, топливного, импульсного газа	А	2	Инженер по АМПП	природный газ, конденсат углеводородный
ДЭС №№ 1, 2, 3,4,5,6,7	Г	П-1	Мастер по электрохозяйству.	дизельное топливо, масла, возможно искрообразование
Отсек двигателя	В1	П-1	Инженер по ЭОГО	масло
Отсек нагнетателя	А	2	Инженер по ЭОГО	природный газ, масло
Отсек масло обеспечения	В2	П-1	Инженер по ЭОГО	масло
ББФГ №№ 1, 2, 3, 4, 5	А	2	Инженер по ЭОГО	природный газ
ББФМ №№ 1, 2, 3, 4, 5	В2	П-1	Инженер по ЭОГО	масло, масляные пары
КТП 2х1000	В2	-	Мастер по электрохозяйству.	трансформаторное масло
Насосная масел	В2	П-1	Инженер по ЭОГО	масло ТП-22, МС-8п, масляные пары.
Склад масел в таре	Вн2	П-III	Инженер по ЭОГО	масло, масляные пары.
Насосная светлых нефтепродуктов	А	2	Инженер по ЭОГО	дизельное топливо.
Компрессорная сжатого воздуха	Д	-	Механик	масло, менее 60кг
КТП 2х1000 АВО газа	В2	-	Мастер по электрохозяйству.	трансформаторное масло



#### 1.4 Сведения об общей численности работников на газодобывающем объекте

Режим работы сотрудников ДКС-Бованенского месторождения – постоянно, круглосуточно, без выходного и праздничного дня. В таблице 2 представлены сведения о общем количестве сотрудников и количестве наибольших работающих смен.

Таблица 2 – Сведения о общих числах работников объекта

Объект	Численность, чел.			Наименование административной единицы	Численность, чел.	
	по штату	средняя смена	наибольшая смена		средняя смена	наибольшая смена
ДКС	11	2	4	Операторная	2	3

Вблизи площадки ДКС - Бованенковского месторождения располагается КНС-5 Бованенковского месторождения.

На площадке КНС-5 Бованенковского месторождения может находиться до 10 чел.

В районе объекта отсутствуют поселения и организации, оказывающие влияние на максимальную гипотетический ущерб, расположенные в зоне действия поражения факторов максимального гипотетического ущерба.

Другие физические лица могут находиться в зонах действий поражающего фактора на объекте.

От микрорайона Бованенковского до промышленной площадки ДКС – 17 км.

## 1.5 Дополнительные сведения

Энергоснабжение осуществляется от закрытого распределительного устройства (ЗРУ) - 6 кВ на УКПГ посредством кабелей, проложенных по эстакадам. На площадке ДКС установлены три комплектные двух трансформаторные подстанции (КТП) с трансформаторами мощностью по 1000 кВт каждый. В качестве аварийного источника электроснабжения имеются три дизельные электростанции АС-630, мощностью по 630 кВт каждая. Основными потребителями электроэнергии на ДКС являются асинхронные двигатели АВО газа. Для питания Электра приёмников предусматриваются низковольтные комплектные устройства, размещаемые в помещениях электрощитов.

Потребителями постоянного тока являются:

- напряжением 220 В – оборудование АСУ ТП и аварийное освещение.
- напряжением 110 В – система управления и сигнализации кранов газовой обвязки

В качестве источника постоянного тока напряжением 220В применяется аккумуляторная батарея из 108 элементов, которая устанавливается в специальном помещении в комплекте с двумя подзарядными устройствами и щитом постоянного тока.

Для организации напряжения 110В используется комплектный шкаф с подзарядным устройством и аккумуляторами.

Аккумуляторные батареи всех типов работают в режиме постоянного подзарядка и обеспечивают потребителей электроэнергией при отключении источников переменного тока.

Отключение подачи электроэнергии во время аварийной ситуации или пожара осуществляется обслуживающим персоналом объекта, при этом лицо,

ответственное за ликвидацию последствий (РТП), обязательно ставиться об этом в известность.

Система отопления – водяное, источник теплоснабжения утилизационные теплообменники УТО – 5 площадки ДКС – котельная ЦС – 1 находится в резерве, расположена на площадке УКПГ, диаметр магистрального трубопровода - 273 мм., внутреннего – от 57 мм. до 377мм. Сетевые насосы 1Д 315-71, пропиточные ВК -2/26, температурный график тепловых сетей 115°/70° С. Все отключения топливных коммуникаций производятся дежурной сменой теплотехников.

В помещениях ДКС установлена штатная система вентиляции, которая включает в себя приточно-вытяжную систему вентиляции с механическим и естественным побуждением.

Система вентиляции газоперекачивающих агрегатов представляет собой автономные системы вентиляции, установленные в блоках и отсеках ГПА и покрытие ангара:

- система вентиляции контейнера турбо блока обеспечивает вентиляцию отсеков турбины и нагнетателя, включает в себя четыре вентиляционные установки с осевыми вытяжными вентиляторами, система вентиляции турбо блока взаимодействует с аппаратурой контроля загазованности ГПА. Обогрев ангара ГПА осуществляется вент. системой АГВМ.

- система вентиляции блока обеспечения (БО) обеспечивает вентиляцию отсеков пожаротушения и компрессоров, включает два осевых вытяжных вентилятора.

- на крыше ангара ГПА состоят два вентиля торные установки, также взаимодействуют с аппаратурой контроля за загазованности ГПА.

В помещении производственно-эксплуатационном блоке предусмотрены следующие виды вентиляции:

- аппаратная: приточная вентиляция, вытяжная естественная вентиляция;
- КТП4 вытяжная вентиляция;

- аккумуляторная: вытяжная; естественная;
- дисциплярная, приточная, вытяжная;
- кислотная
- естественная вентиляция.

В помещении КНС бытовых стоков предусмотрена вытяжная вентиляция.

В здании хранения двигателей предусмотрена вытяжная естественная вентиляция.

В помещении ЗРУ-6 квт предусмотрен вытяжной вентилятор и естественная вентиляция.

В складе двигателей 4 дефлектора естественная вентиляция установленные на крыше здания.

В помещении КТП 5, 6 один приточный и один вытяжной, срабатывают на отключение электродвигателей при пожаре.

САУ-04кВ, АВО газа - естественная приточено-вытяжная.

Наружное водоснабжение соответствует проекту, находится в исправном состоянии и обеспечивает круглосуточную возможность подачи воды с требуемым напором и расходом на тушение пожаров и орошение конструкций.

Источниками водоснабжения на месторождении «Бованенковское» являются две артезианские скважины производительностью по 16 м<sup>3</sup>/час каждая. Тип установленных насосов на скважинах водозабора – 1ЭЦВ6-16-75-У5.

Подача воды для нужд противопожарного водоснабжения пл. УКПГ, пл. ДКС и пл. ПАЭС осуществляется от насосной хозяйственно производственного и противопожарного водоснабжения, установленной на пл. УКПГ. В насосной установлены два пожарных насоса марки 1Д315-70Г и три насоса для хозяйственно-производственного водоснабжения марки К100-65-250 в количестве 1 шт. и ВК-5/24 – 2 шт. Пуск пожарных насосов

производится от кнопок, установленных у каждого ПГ, пожарного крана пл. УКПГ и пл. ДКС и непосредственно по месту установки насосов.

Забор воды на нужды противопожарного и хозяйственно-производственного водоснабжения пл. УКПГ, пл. ДКС и пл. ПАЭС осуществляется из двух вертикальных стальных цилиндрических резервуаров чистой воды объемом 700 м<sup>3</sup> каждый, установленных на пл. УКПГ. Контроль за уровнем воды в резервуарах осуществляется обслуживающим персоналом по показаниям, выводимым на дисплей монитора персонального компьютера, установленного на пульте управления служебно-эксплуатационного блока пл. УКПГ

Наполнение резервуаров производится от водозабора по одному трубопроводу  $d = 89$  мм. Максимальный срок восстановления противопожарного запаса составляет 44 часа. На резервуарах установлены приспособления для забора воды пожарными автомобилями.

На ДКС установлено 10 пожарных гидрантов (стальные задвижки, незамерзающие выпуски), расположенных в специальных коробах на водопроводной сети диаметром 159 мм, с водоотдачей 28 л/с, а при включении пожарных насосов – 80 л/с. Каждый гидрант оборудован 4 напорными патрубками диаметром 77 мм., укомплектован 8 рукавами  $d = 77$  мм., а также 4 стволами «А», имеются места заземления пожарных автомобилей. Естественные вод источники отсутствуют. Обслуживающий персонал службы водоснабжения находится на объекте круглосуточно.

Водоотдача на внутреннее противопожарное водоснабжение составляет 28 л/с, осуществляется от пожарных кранов в количестве 13 штук. Все ПК укомплектованы пожарными рукавами и стволами. ПК соответствуют требованиям нормативных документов.

## **1.6 Характеристика местности, на которой размещается исследуемый объект**

Бованенковское месторождение. Субъект РФ Ямало-Ненецкий АО Статус в разработке. Открыто в 1971 году. Балансовые запасы 4900 млрд. м<sup>3</sup>. Бованенковское месторождение – крупнейшее газовое месторождение на полуострове Ямал в России. Рельеф равнинный, характерны за торфованные днища долин, пологие заболоченные склоны, широкие понижения на водоразделах рек. Лесной микрорельеф не развит, в то же время болотный – болотные и осоковые кочки – развит широко. Основная особенность рельефа – слабая изрезанность, бес точность, болото образование. Отдельные возвышения, образующие гряды и островки, несколько подняты над окружающим рельефом. Грунты, слагающие их в большинстве случаев, переувлажнены и представлены песками, суглинками.

Основные типы растительности, следующие: лесная, болотная, луговая.

По существующему сейсмическому районированию, территория месторождения расположена вне сейсмически опасных зон.

В районе расположения объекта пустоты, сели, лавины, а также карстовые явления отсутствуют.

Климат данного района резко континентальный. В любой сезон года возможны резкие колебания температуры воздуха не только от месяца к месяцу, но даже в течение суток. Особенно неустойчива погода в начале зимы и весной. Вторжение холодного арктического воздуха повсеместно вызывает заморозки.

Среднегодовая температура воздух: - 6,7°С.

Среднемесячная температура наиболее холодного месяца (января): -25,1°С, а самого теплого месяца (июля) +15,8°С.

Абсолютный максимум: +34°С. Абсолютный минимум: -55°С.

Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98 составляет  $-48^{\circ}\text{C}$ .

Средние суточные температуры опускаются ниже нуля градусов в течение 189 дней и превышают точку замерзания в течение 89 дней. За 24 ч. температура может изменяться на  $30^{\circ}\text{C}$ .

Годовая сумма осадков составляет 584 мм, основное количество которых 428 мм выпадает в теплое время года (с апреля по октябрь).

В годовом ходе количество летних осадков значительно преобладает над зимним. В холодный период (с ноября по март) осадков выпадает до 156 мм.

Важным метеорологическим элементом является ветер, направление и скорость которого связаны с давлением воздуха. В течение всего года преобладают ветры северо-западного и южного направлений. В холодный период преобладают ветры южного направления, скорость ветра - 5 м/сек. В теплый период преобладают ветры северо-западного направления, скорость ветра 0 м/сек.

Наиболее вероятными стихийными бедствиями в данном регионе могут быть бури, ураганы, метели, снегопады и сильные морозы.

Газовые скважины располагаются группами на площадках в открытой местности или на расчищенных участках леса. Площадки окружены дамбами.

## **1.7 Описание технологического процесса на дожимной компрессорной станции**

Дожимная компрессионная станция (ДКС) – это объект газоперерабатывающей промышленности, который предназначен для увеличения давления газа до требуемых значений перед его дальнейшей транспортировкой по газопроводам. Технологический процесс на ДКС включает в себя несколько основных этапов:

– Подготовка газа: Газ, поступающий в ДКС, может содержать различные примеси, такие как влага, нефтепродукты, сероводород ( $H_2S$ ) и другие. Перед процессом дожима газ проходит через этапы обезвоживания, очистки от механических примесей и удаления сероводорода при необходимости.

– Сжатие газа: Газ подается в компрессоры, которые сжимают его до требуемого давления. Компрессоры могут быть разного типа, например, осевыми, центробежными или винтовыми. В зависимости от требуемого давления и объема газа, ДКС может иметь несколько компрессорных блоков.

– Охлаждение газа: После сжатия, газ обычно нагревается, поэтому требуется его охлаждение перед транспортировкой. Для этого используются системы охлаждения, включающие в себя радиаторы или хладагентные контуры. Охлажденный газ может быть дополнительно сушен, чтобы убрать влагу, которая может помешать в дальнейшем этапе транспортировки.

– Контроль давления и расхода: На ДКС обычно установлены специальные приборы, такие как датчики давления и расходомеры, для контроля параметров газа. Эти данные помогают операторам станции поддерживать оптимальные условия работы и предотвращать возможные аварийные ситуации.

– Подготовка газовой смеси: В случаях, когда поток газа состоит из нескольких компонентов, например, природного газа и сопутствующих нефтяных газов, производится их смешение в соответствующих пропорциях. Это делается для достижения определенных характеристик газовой смеси, чтобы они соответствовали требованиям транспортной сети. [4]

– Контроль качества: Контроль качества газа проводится с помощью анализаторов, которые измеряют концентрацию различных компонентов (например, метана, этилена, пропана и других) в газе. Эти данные необходимы для определения соответствия газа стандартам и требованиям заказчиков. [3]



Таким образом, технологический процесс на дожимной компрессионной станции включает подготовку газа, его сжатие, охлаждение, контроль параметров и качества, а также подготовку газовой смеси перед транспортировкой. [4]

Подготовка газа к сжатию: газ, поступающий из скважин или иных источников, проходит через сепараторы, где из него удаляются механические примеси, вода и конденсат.

Сжатие газа: подготовленный газ подается на вход компрессора, где его давление повышается до требуемого значения. Компрессор может быть винтовым, центробежным или поршневым в зависимости от требуемого уровня сжатия.

Охлаждение газа: после сжатия газ проходит через системы охлаждения, где его температура снижается до безопасного уровня. Охлаждение может производиться с использованием воздуха, воды или специальных хладагентов.

Контроль параметров газа: после охлаждения газ проходит через контрольно-измерительные приборы, которые измеряют его параметры (давление, температуру, состав) и передают данные в систему управления.

Транспортировка газа: сжатый, охлажденный и измеренный газ транспортируется по трубопроводам до конечного потребителя или до следующей ступени сжатия на другой дожимной станции.

### **1.7.1 Противопожарное водоснабжение и пенотушения**

Противопожарное водоснабжение является важной частью системы безопасности на дожимной компрессорной станции (ДКС). Оно предназначено для обеспечения быстрого и эффективного тушения пожаров на территории станции.

Противопожарное водоснабжение ДКС включает в себя сеть пожарных гидрантов, которые расположены по всей территории станции. Пожарные

гидранты подключаются к системе водоснабжения, которая обеспечивает подачу воды под давлением для тушения пожаров.

Кроме того, на ДКС также используется система пенотушения. Эта система предназначена для тушения пожаров с использованием пены, которая обладает высокой огнетушащей способностью. Система пенотушения включает в себя пеногенераторы, которые производят пену, и насосы, которые подают пену к месту пожара.

Обе системы, противопожарное водоснабжение и пенотушение, работают в автоматическом режиме. При обнаружении пожара датчики системы пожаротушения активируют насосы, которые начинают подавать воду или пену к месту возгорания. Это позволяет быстро локализовать и потушить пожар, предотвращая его распространение и возможные повреждения оборудования и конструкций станции.

Пожарное водоснабжение на дожимной компрессорной станции (ДКС) работает следующим образом:

- При возникновении пожара на территории ДКС датчики системы пожаротушения фиксируют повышение температуры и/или появление дыма.
- Сигнал от датчиков поступает на контрольный пункт, где оператор принимает решение о начале тушения пожара.
- Оператор активирует систему пожаротушения, которая начинает подавать воду или пенный раствор к месту возгорания через пожарные гидранты.
- Вода или пенный раствор под высоким давлением распыляется на очаг пожара, охлаждая его и предотвращая распространение огня.

Источником противопожарного водоснабжения являются емкости запаса воды ПЕ-1, 2, 3 каждая объемом 100 м<sup>3</sup> (Рисунок 3). Пополнение запаса воды в емкостях осуществляется с помощью передвижных средств.

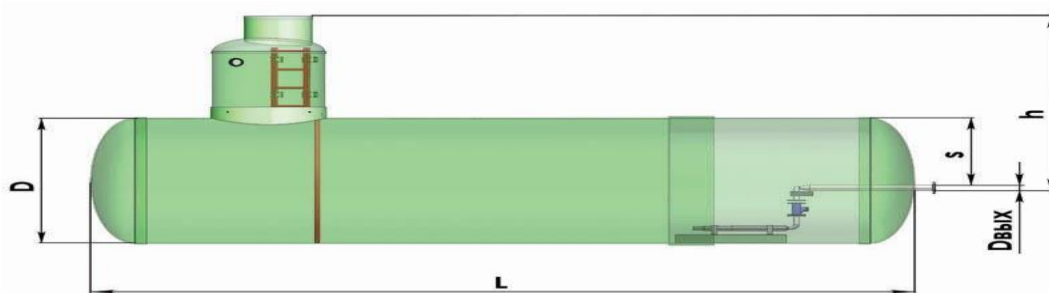


Рисунок 3 – Емкость запаса воды объемом 100 м<sup>3</sup>

Согласно ВНТП 03/170/567-87 п.6.12, 6.13, пожаротушение обеспечивается первичными и передвижными средствами пожаротушения.

Согласно СП 155.13130.2014 п.13.2.18, восстановление противопожарного запаса воды не должно превышать 96 часов

Система автоматического пожаротушения на объектах ДКС отсутствует. Так как согласно ВНТП 03/170/567-87 п.6.13. в качестве источника противопожарного водоснабжения допускается использование воды из системы поддержания пластового давления с обеспечением при проектировании понижения давления до нормативного.

Противопожарное оборудование хранится в блоках для хранения пожарного инвентаря (1 шт.)

У места расположения пожарного гидранта на высоте не менее 2-х метров предусматриваются световые или флуоресцентные указатели в соответствии с ГОСТ 12.2.143-2009 ССБТ.

Насосный блок НВО, БККН и операторная оборудованы ручными, и тепловыми, световыми и дымовыми пожарными извещателями.

Над каждым насосом НВО установлены генераторы пены типа ГПС-600. Генератор пены средней кратности ГПС-600 и ГПС-2000 предназначен для получения из водного раствора пенообразователя воздушно механической пены средней кратности и подачи её в очаг пожара. Наружное пожаротушение площадки ДКС предусматривается из пожарных

кранов, установленных на противопожарном водоводе. РВС-1,2 оборудованы кольцами орошения и подводными трубопроводами (сухо трубами).

### 1.7.2 Автоматическое пожаротушение

В таблице 3 приведены особенности и характеристики пожарных установок.

Таблица 3 – Особенности и характеристики пожарных установок

Наименование помещений, защищаемых установками пожаротушения	Вид и характеристика установки	Наличие и места автоматического и ручного пуска установок пожаротушения	Порядок включения и рекомендации по использованию при тушении пожара
2	3	4	5
ДКС-1 ГПА-11-15 Отсек масло обеспечения пожар	Установка пожаротушение аэрозольное «Агат 2 а»	Пульт оператора ПЭБ, дистанционное	автоматическое включение
ДКС-1 ГПА-11-15 Отсек нагнетателя	Установка порошкового пожаротушения Опан-100	Пульт оператора ПЭБ, дистанционное	автоматическое включение
ДКС-1 блок- бокс фильтров масла	Установка порошкового пожаротушения «Буран»	Пульт оператора ПЭБ, ручное у двери	автоматическое включение
ДКС-1 Склад масел в таре	Порошковое пожаротушение	Пульт оператора ПЭБ, ручное у двери	автоматическое включение
ДКС-1 Насосная светлых нефтепродуктов	Порошковое пожаротушение	Пульт оператора ПЭБ, ручное у двери	автоматическое включение
ДКС-1 ДЭС-630	Газовое пожаротушение (СО <sub>2</sub> )	Пульт оператора ПЭБ, дистанционное, ручное ДЭС-630	автоматическое включение

По мнению экспертов, автоматическая пожарная система может функционировать без помощи человека. Чтобы это сделать, она должна иметь средства для поиска, внедрения и передачи. В некоторых системах поиск осуществляется механическим или электрическим способом. Для механического обнаружения применяются детекторы плавного соединения

или термо-лампы. Эти датчики предназначен для того, чтобы отделить при определенных температурах и снять напряжение с механизма сцепления.

### **1.7.3 Система пожарной сигнализации**

Основная задача системы пожарного сигнала ПС заключается в выполнении функции ранних обнаружений пожара, которая позволит предпринять комплекс мер для его предотвращения.

Пожарной сигнализацией оборудуются следующие объекты площадки ДКС: блок хранения пожарного инвентаря, операторная, здание бытовое обслуживающего персонала, проходная. Остальные объекты площадки ДКС поставляются в готовом заводском блочном исполнении с установленными пожарными извещателями. Сигнал о пожаре выводится в операторную.

Против дымная защита объектов, сооружений, территории станции не предусмотрены. Система пожарного сигнала состоит из датчиков пожарного сигнала, детекторов, приемного контроллера, осуществляющего обработку поступающего сигнала и вывод соответствующей информации на панель индикатора.

В настоящее время используется множество видов и моделей автоматического пожарного сигнала. Основными отличиями являются способ передачи сигнала и информационное наполнение, передаваемый сигнал.

Также есть разница между техническими характеристиками, алгоритмами передачи информации из передачи.

На площадках компрессионных станций необходимо смонтировать системы внутренней и внешней пожарной безопасности. Для внутреннего пожаротушения предусмотрена кольцевая водопроводная сеть с гидрантами пожара, для внутренняя – в производственных помещениях категории А, В, объемом более 0,5 тыс. м. – пожарные скважины.

Автоматическое включение установки пожаротушения производится по командам не менее от двух независимых датчиков. При этом подается команда на аварийную остановку ГПА и сигнал в операторную.

#### **1.7.4 Система противопожарной защиты, автоматическое обнаружения и извещения о пожаре**

Пути эвакуации должны быть ясно обозначены и видимы для всех работников объекта. Они должны быть отмечены соответствующими указателями и знаками безопасности.

Пути эвакуации должны быть достаточно широкими, чтобы обеспечить плавное движение работников во время эвакуации. Минимальная ширина пути эвакуации должна составлять не менее 1,2 метра.

Пути эвакуации должны быть противопожарно защищены. Это может включать в себя применение огнестойких материалов для конструкции стен и потолка, а также обеспечение наличия аварийных выходов и пожарных лестниц.

Пути эвакуации должны быть оснащены аварийным освещением и сигнализацией для обеспечения безопасного и быстрого покидания объекта в случае необходимости. Системы освещения и сигнализации должны быть надежными и должны регулярно проверяться.

Пути эвакуации должны быть свободны от препятствий, таких как мебель или оборудование. Размещение мебели и оборудования должно осуществляться с учетом путей эвакуации и безопасности работников.

Пути эвакуации должны быть доступными для всех работников, включая лиц с ограниченными возможностями. Они должны быть оборудованы подъемными устройствами или специальными устройствами для инвалидных колясок.

Пути эвакуации должны быть регулярно обслуживаемыми и проверяемыми, включая проверку сигнализации, освещения и состояния

выходов. В случае обнаружения дефектов или повреждений пути эвакуации должны быть немедленно исправлены.

Все работники объекта должны быть обучены правилам эвакуации и знать, как использовать пути эвакуации в случае аварийной ситуации. Это обучение должно проводиться регулярно и должно быть документировано.

В случае необходимости, на объекте должны быть предусмотрены запасные пути эвакуации.

Пути эвакуации должны соответствовать требованиям местных противопожарных и безопасностных нормативов и быть одобрены компетентными органами (таблица 4).

Таблица 4 – Защищаемые установки пожаротушения

Наименование помещений, защищаемых установками пожаротушения	Вид и характеристика ка установки	Наличие и места автоматического и ручного пуска установок пожаротушения	Порядок включения и рекомендации по использованию при тушении пожара
2	3	4	5
1ДКС-1 Цех Очистки Газа	АПС	Кнопки ручного пуска установлены у входа в защищаемые помещения	
2ДКС-1 Насосная склада ГСМ	АПС		
1ДКС-1 КНС взрывоопасных стоков	АПС		
1ДКС-1 Установка охлаждения газа	АПС		
1ДКС-1 Дизельная электростанция АС630 кВт 3шт	АПС		
1ДКС-1 УПТИГ	АПС		
1ДКС-1 ПЭБ	АПС		
1ДКС-1 Блок-бокс фильтров масла- 5 шт.	АПС		
1ДКС-1 блок бокс фильтров газа -5 шт.	АПС		
1ДКС-1 КТП	АПС		

Системы пожарного обнаружения, предупреждения и контроля эвакуации при пожарах должны обеспечить автоматическое пожарное обнаружение в течение времени, необходимого для включения систем пожарного оповещения в целях обеспечения безопасной эвакуации населения в конкретном объекте.

### **1.7.5 Степень огнестойкости и этажность основных зданий и сооружений**

Производственно-эксплуатационный блок (ПЭБ).

- II, степени огнестойкости, 1-этажное

Компрессорный цех с 5-ю агрегатами.

- III, степени огнестойкости, установлены 5 агрегатов ГПА–16 ДКС-07 «УРАЛ» высотой 28280 м.

Блок-бокс фильтров топливного и пускового газа

- III, а степени огнестойкости

Цех очистки газа (ЦОГ)

- III, а степени огнестойкости

Установка подготовки топливного, пускового и импульсного газов

- III, а степени огнестойкости

Аппараты воздушного охлаждения (АВО) газа.

- III, а степени огнестойкости, высотой 10 м.

Канализационная насосная станция (КНС) бытовых стоков.

- III, а степени огнестойкости, 1-этажное.

Комплектная трансформаторная подстанция АВО газа.

- II степени огнестойкости, 1-этажное.

Склад хранения двигателей.

- III, а степени огнестойкости, 1-этажное. Дизельная электростанция
- «Звезда-1000-02М3»



### 1.7.6 Первичные средства пожаротушения

Для того чтобы тушить небольшие пожарные и пожарные очаги, применяются первичные пожарные средства: углекислотные пожарные тушители. Ящики песка и пожарных щитов расположены у всех операторов насосов, на РВС, БРХ и технологическом потоке. Противопожарный щит оснащен лопатами, ведрами, багром, ломami. Песок должно быть сухой, а зимой перемешивать против мороза. Перечень пожарных и технических средств, находящихся на ДКС, представлен в Таблице 5.

Таблица 5 – Перечень пожарных и технических вооружений, находящихся на ДКС

Наименование	Ед. изм.	Количество
Пожарные рукава d – 51 мм	м	160
Пожарные рукава d – 66 мм	м	160
Пожарные рукава d – 77 мм	м	160
ГПС-600	шт.	3
РС-50	шт.	3
РС-70	шт.	3
Ствол лафетный	шт.	2
Кошма 2х6 м	шт.	2
Разветвление 3-х ходовое	шт.	7
Пожарная колонка (московская)	шт.	2
Гайки переходные d 51- 77 мм	шт.	3
Гайки переходные d 66 – 77 мм	шт.	2
Гайки «Богданова» (резьбовые) d – 77 мм	шт.	9
Гайки «Богданова» d – 66 мм	шт.	2
Огнетушители ОУ - 8	шт.	5
Огнетушители ОУ - 10	шт.	8
Огнетушители ОУ - 40	шт.	5
Огнетушители ОУ - 50	шт.	2
Лопата совковая	шт.	2
Лопата штыковая	шт.	23
Ведра	шт.	15
Топор	шт.	20

### **1.7.7 Требования к путям эвакуации персонала на газодобывающем объекте**

В любой чрезвычайной ситуации действия, предпринятые в первые секунды реагирования, имеют решающее значение. Особенно в нефтегазовой отрасли, где пожары могут быстро уничтожить целые объекты, очень важно, чтобы на предприятии был план реагирования.

План реагирования на чрезвычайные ситуации — это утвержденный план действий нефтегазового предприятия в случае возникновения какой-либо чрезвычайной ситуации на этом предприятии. План реагирования на чрезвычайные ситуации в нефтегазовой отрасли должен учитывать все потенциальные опасности, присутствующие на объекте, и точно определять, как объект будет реагировать на каждую из них. Этот план реагирования на чрезвычайные ситуации должен учитывать любую опасность, которая может повлиять на предприятие, от опасностей, связанных с пожаром, до чрезвычайных ситуаций, вызванных суровой погодой.

На случай пожара в производстве, административном, общественном и иных зданиях, помещениях должны быть обеспечены возможность безопасного эвакуации населения.

В случае пожара необходимо обеспечить безопасность людей:

- конструктивное решение помещений и зданий, гарантирующее возможность быстрого эвакуации и ограничения распространения пожаров;
- не применять горящие материалы и материалы, способные распространить горение на поверхность и вызывать удушающий газ, для обшивки стен и потолка на пути эвакуации;
- обеспечение надлежащего состояния специальных устройств, способствующих успешному эвакуированию людей при пожаре или аварийной ситуации, системы экстренного предупреждения, аварийного освещения, знаков безопасности;

- соблюдение всех работниками основных требований пожарной безопасности, мер личной безопасности, которые нужно соблюдать в случае возникновения пожара и план эвакуации из помещений;

- содержание в исправном состоянии устройств, герметизирующих двери лестниц, коридоров, тамбуров в системе против дыма;

- исправное освещение ночью путей для эвакуации коридоров, лестниц, ворот и т.д.;

- устанавливать систематический контроль за надлежащим соблюдением требований безопасности при ремонте, эксплуатации электрических приборов, электрооборудования и систем отопления.

Графическое значение плана эвакуации представлено на рисунке 4, должно включать планировку этажного секционного объекта с названием этажного номера объекта, с указанием пути эвакуации, выходы, дверные проемы, лестницы, балконы, лифты, зоны безопасности и аварийные выходы.



Рисунок 4 – План эвакуации при пожаре

Обычно рабочее место должно иметь не менее двух путей выхода, чтобы можно было быстро эвакуировать сотрудников и других людей, находящихся в здании, в случае чрезвычайной ситуации. Однако требуется более двух выходов, если количество сотрудников, размер здания или расположение рабочего места не позволяют сотрудникам безопасно эвакуироваться.

Основные инженерные решения по обеспечению пожарной безопасности в проектировании нефтегазовых платформ:

- зонирование функциональных пожарных опасностей;
- деление отсеков, секциях и ограничения ёмкости хранения исходного сырья;
- определение противопожарных преград на путях эвакуации; безопасные зоны, отдельные помещения;
- высокий уровень автоматизации технологического процесса;
- создание комплексной системы пожарной безопасности на основе алгоритмов безопасности 4;
- использование метода монтажа трубопровода по принципу «Труба в трубе»;
- понижение содержания кислорода в промышленных помещениях и емкостной технике;
- применение высокоэффективной автоматической системы - пожаротушение;
- применяются суды по снабжению и обслуживанию, оснащенные средствами для спасения, а также системами для доставки огнетушителей.

Зонирование степени возгорания технологического блока - один из наиболее эффективных методов пассивной пожарной безопасности. Наибольшие результаты в области эвакуации людей и эвакуации имеют зонирование, в котором территориально размещены производственные и жилые модули на различных платформах. Такая схема широко применяется

на континентальном шельфе Каспийского моря (рисунок 5) [5]. В большинстве лицензионных участков Арктического шельфа имеются относительно небольшие морские глубины до 40 метров, а разделение физически на две площадки вполне оправдано экономически. В пользу этого решения считается то, что на Арктических морях сегодня разработаны и готовятся к применению технологии производства и строения в виде конструкционного острова, гравитационного морского стационарного платформы МСП. В условиях плотности ледового покрытия решения по установке МСП мачтовых и свайных типов или других типов платформ глубины более 50 м представлены лишь на этапе теоретического расчета и экспериментального моделирования.



Рисунок 5 – Платформа на месторождении им. Корчагина (слева) и им. В. Филатовского (справа) в Каспийском море [5]

Исследователями проведены расчетные сравнения вероятностей эвакуации - выхода людей из платформы с помощью различных средств спасения на виртуальный проект на Карском море. Возможности эвакуации с помощью вертолета не превышают 0,08. При использовании шлюпок спасения - 0,85-0,89 при открытом льду. Эвакуация судов службы, расположенных вблизи платформы, возможна при вероятности до 0,75.

Совокупная эксплуатация вертолета, обслуживания судов и шлюпок спасения увеличивает вероятность эвакуации в 0.90.

В случае размещения смежно двух площадок - производственных и жилых с внутренними помещениями, при наличии одного пешеходного галерея вероятность аварии составляет 0.98, а при наличии 2 пешеходных галерей вероятность увеличивается до 0.99. Анализ вероятностей безопасного эвакуирования людей проводился с помощью аппарата общей логики вероятностных методов структурных сложных систем. [6]

### **1.7.8 Сведения об эвакуационных путях и выходах из здания**

Эвакуационные пути и выходы из всех зданий ДКС -1 содержатся в соответствии с обязательными требованиями пожарной безопасности. Всего на ДКС-1 131 выход из зданий, а именно:

- Производственно-эксплуатационный блок (ПЭБ) – 3 выхода в дневное время находится 18 чел., и 4 человека в ночное время, в ПЭБе имеется план эвакуации людей;
- Компрессорный цех с 5-ю агрегатами - 15 выходов в дневное время 2 человека обслуживающего персонала (которые совершают обход ДКС), в ночное время люди отсутствуют.
- Блок-бокс фильтров топливного и пускового газа -2 выхода; в дневное время 2 человека обслуживающего персонала (которые совершают обход ДКС) в ночное время люди отсутствуют.
- Цех отчистки газа (ЦОГ) - 5 выходов; в дневное время 2 человека обслуживающего персонала (которые совершают обход ДКС) в ночное время люди отсутствуют.
- Установка подготовки топливного, пускового и импульсного газов – 4 выхода; в дневное время 2 человека обслуживающего персонала (которые совершают обход ДКС) в ночное время люди отсутствуют.

- Аппараты воздушного охлаждения (АВО) газа – 96 выходов; в дневное время 2 человека обслуживающего персонала (которые совершают обход ДКС) в ночное время люди отсутствуют.

- Насосная склада ГСМ -2 выхода; в дневное время 2 человека обслуживающего персонала (которые совершают обход ДКС) в ночное время люди отсутствуют.

- Канализационная насосная станция (КНС) бытовых стоков -2 выхода; в дневное время 2 человека обслуживающего персонала (которые совершают обход ДКС) в ночное время люди отсутствуют.

- Комплектная трансформаторная подстанция АВО газа -2 выхода в дневное время 2 человека обслуживающего персонала (которые совершают обход ДКС) в ночное время люди отсутствуют.

## **2 Оценка величины пожарного риска на газодобывающих объектах**

Пожарные риски на газовых объектах оцениваются специальными методами и программами, учитывающие много факторов, например:

- вероятность пожара или взрывов;
- степень огнестойкости объектов и зданий;
- наличие и эффективность систем пожаротушения и предотвращения распространения пожара;
- доступность и качество средств индивидуальной защиты для персонала;
- возможное эвакуирование людей, ценностей и людей при пожаре.

Оценка пожарного риска производится регулярно, с учетом изменений в технологии производства, обновления оборудования и изменения законодательства в области пожарной безопасности.

### **2.1 Методы оценки и расчета параметров возможных пожаров и рисков**

Существует несколько методов оценки и расчета параметров возможных пожаров и рисков.

Методы качественной оценки риска:

- Анализ опасности и критичности пожаров (HAZOP) - метод систематического анализа потенциальных опасностей пожаров и их возможных последствий.
- Анализ пределов огнестойкости (FMEA) - метод, который оценивает последствия возможных пожаров и оценивает их критичность.
- Оценка риска пожара (FRA) - метод, который оценивает вероятность возникновения пожара и его потенциальные последствия.

Методы количественной оценки риска:



- Анализ риска пожара (FRA) - метод, который использует математические модели для расчета вероятности возникновения пожара и его последствий.
- Методы оценки вероятности возникновения пожара (FEP) - методы, которые используют исторические данные о пожарах и другие параметры для расчета вероятности возникновения пожара.

Методы оценки рисков для конкретных объектов:

- Методика оценки пожарной опасности (FIRE) - методика, которая оценивает опасность возникновения пожара на конкретном объекте и его потенциальные последствия.
- Методика оценки риска для конкретного объекта (RAF) - методика, которая учитывает особенности конкретного объекта при расчете его пожарной опасности и риска.

Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки, и выбор метода зависит от целей и особенностей конкретной задачи оценки и расчета пожаров и рисков.

При оценке пожарного риска оценивается или исследуется пожарная опасность и меры по защите от пожара. Это также включает в себя подготовку для обеспечения безопасности тех, кто подвергается риску. В идеальном сценарии сотрудники, руководители объектов и специалисты по технике безопасности совместно разрабатывают эффективные программы пожарной безопасности на основе оценок риска возникновения пожара.

Расчет пожарных рисков включает в себя экспертные работы, в рамках которых разрабатываются рекомендации по улучшению прохождения эвакуации на объекте защиты. Работа осуществляется с учетом фактического состояния систем обеспечения безопасности в соответствии с методиками, утвержденными приказами МЧС России.

Одним из важнейших показателей оценки пожарного риска является расчёт времени эвакуирования людей из дома, помещений и прилегающей

территории. Это зависит от выбора конструктивного и планового решения, системы предупреждения и защиты от пожара. Проведение расчета пожарных рисков включает четыре стадии:

Сбор информации по объекту. На данном этапе специалист изучает план и объемные решения здания, материалы из которых изготавливаются конструкции несущих конструкций и конструкций ограждающих конструкций. Более того, специалисты проверяют наличие на объекте противопожарной вентиляции, автоматической пожарной сигнализации, системы предупреждения и контроля эвакуации людей в случае пожара.

Оценка пожарных опасностей зданий. На основании собранной информации специалисты, выполняющие расчет пожарных рисков, принимают вывод о уровне пожарных рисков здания или здания: определяют частоту возникновения пожарных ситуаций, выбирают один и несколько возможных сценариев возникновения пожаров.

Расчет пожарных рисков. На третий этап специалисты рассматривают каждый выбранный сценарий развития пожаров. Каждый такой сценарий предполагает расчет времени эвакуации людей, температуры и направления огня и расчет величины пожарных рисков.

Оценка пожарного риска. Анализируя соответствие полученного количества пожарных рисков с нормативными значениями, эксперты выводят, что объект защиты соответствует требованиям безопасности пожара. На данном этапе будет оценено, какие последствия будут в случае возникновения пожара, может ли пострадать человек. Как показывает анализа литературы, сегодня в мире нет единого метода оценки пожарных рисков, который должен быть принят как обязательный в нормативных документах, регламентирующих вопросы пожарной безопасности [17, 18].

В промышленно развивающихся странах метод анализа рисков и определенные методики оценки его применения законодательно установлены для повышенной опасности объектов. Для других объектов

законодательством устанавливаются только общие правила оценки пожарного риска, а методы расчета издаются как рекомендации, сопровождающие соответствующие нормы. В качестве методов расчета можно использовать и качественный, и численный, в том числе методы индексирования и полного вероятности. Выбор методики должен быть сделан в зависимости от целей анализа рисков, имеющихся данных о предмете, материальных и людских ресурсов, учитывая временные и финансовые ограничения.

Пожарные риски могут быть описаны с использованием вероятностного подхода для учета неопределенности в описании сценариев. Это отличается от чисто детерминированного подхода с использованием моделей, которые предсказывают точные результаты на основе набора определенных входных данных.

Существуют различные подходы к описанию пожарных рисков как частотного подхода, основанного на статистика отказов, например, компоненты или байесовские сети доверия. В последнее время разрабатываются подходы для лучшего описания динамического поведения систем. Эти модели используются для получения необходимой информации для поддержки принятия решений с учетом рисков.

Кроме того, они полезны для разработки надлежащего управления рисками пожара для соответствующих систем. Это выходит за рамки оценки риска и включает поддержание барьеров безопасности.

#### Вероятностный подход

Количественные оценки риска по вероятностному подходу являются основой большого количества современных методик анализа рисков пожара. Особый интерес представляют эти методы в свете закона, в котором необходимо оценить абсолютный индивидуальный риск. Таким образом, в этом разделе рассматривается достаточно широкий контекст, позволяющий установить современные знания и разработанные в мире методики и

программы, связанные непосредственно с пожарными рисками для объектов и зданий [1].

При вероятностном подходе риск какого-либо события  $R$  определяется как

$$R = P \cdot U, \quad (1)$$

где  $P$  — вероятность реализации данного события,  $U$  — ожидаемый ущерб от этого события. Если ущерб может возникать в результате  $N$  различных событий, то совокупный риск определяется суммированием по всем возможным событиям:

$$R = \sum_{i=1}^N P_i \cdot U_i \quad (2)$$

Поэтому количественное оценивание риска заключается в том, чтобы выяснить возможные сценарии развития опасных ситуаций и определить последствия каждого из сценариев.

В соответствии с проблемами пожаробезопасности, наиболее широко применялись вероятные методы оценки риска техногенных повреждений на производственных предприятиях, которые связаны с хранением, переработкой и утилизацией опасных материалов, включая наружные технологические установки. Дерево событий, описывающие возможные вероятные сценарии возникновения аварийной ситуации после герметизации высокой мощности резервуара, в том числе таких явлений, как пожар разлива, пожар шар, пожар вспышки, факеловое горение - классический пример, приводимый во многих источниках литературы.

## **2.2 Эвристический подход к анализу риска**

Эвристический подход к анализу риска заключается в использовании интуиции и опыта экспертов для оценки вероятности возникновения опасных

ситуаций и определения мер по их предотвращению. Этот подход основан на том, что эксперты обладают знаниями и опытом в области безопасности, которые могут помочь им выявить возможные риски и предложить способы их снижения.

Эвристический подход может использоваться для анализа различных видов рисков, включая технические, экологические, социальные и экономические. Он может быть полезен при разработке новых технологий, оценке безопасности проектов и принятии решений о реализации инвестиционных проектов.

Однако эвристический подход имеет свои недостатки, такие как субъективность оценок, зависимость от опыта и знаний экспертов и невозможность точного количественного измерения рисков. Поэтому для более точной оценки риска рекомендуется использовать также другие методы, такие как статистический анализ, моделирование и эксперименты.

### **2.3 Менеджмент риска. Процедуры управления пожарным риском на предприятии**

Менеджмент рисков - процесс анализа и оценки рисков, чтобы минимизировать их негативные последствия. В процессе управления пожарными рисками на предприятии предусмотрены следующие стадии:

- идентификация рисков: определение возможных источников пожара и оценка вероятности их возникновения;
- оценка рисков: количественное измерение вероятности пожара и его последствий для персонала, имущества и окружающей среды;
- разработка мероприятий по снижению рисков: выбор оптимальных мер по предотвращению и тушению пожаров, а также по обеспечению безопасности персонала;

- мониторинг и контроль рисков: отслеживание изменений в уровне рисков и корректировка мер по их снижению в случае необходимости;

- анализ эффективности мер по снижению рисков: оценка результативности принятых мер и определение необходимости их корректировки;

- коммуникация и обучение персонала: обеспечение осведомленности сотрудников о рисках и мерах по их снижению, а также проведение тренингов и инструктажей;

- регулярное пересмотр и обновление процедур управления пожарным риском: учет новых технологий, изменений в законодательстве и опыта эксплуатации объекта для совершенствования системы управления рисками.

На газодобывающих предприятиях используют различные методы оценки пожарного риска, включая статистические данные, моделирование пожаров и экспертные оценки. Статистические данные собираются и анализируются на протяжении длительного времени, чтобы определить вероятность возникновения пожара и его последствия. Моделирование пожаров позволяет определить распространение огня и дыма, а также оценить эффективность систем пожаротушения. Экспертные оценки основываются на опыте и знаниях специалистов в области пожарной безопасности, которые анализируют факторы риска и предлагают меры по его снижению. В целом, оценка пожарного риска на газодобывающих предприятиях является важным этапом в обеспечении безопасности производства и защите окружающей среды от возможных последствий пожаров.

В стандарте приводятся основные положения управления пожарным риском и установлены главные принципы оценки и интерпретирования пожарных рисков. Такие принципы можно применять для всех ситуаций, связанных с пожарами, для всех установленных конфигураций и типов сценариев пожаров. Стандарт является руководством для разработки и

документирования процедур управления рисками в конкретных ситуациях, таких как выявление возможных видов сценариев пожаров. При этом следует определить основные стадии управления и мониторинга пожарных рисков, описывать процедуры выбора способа оценки числа опасных ситуаций в рамках установленного времени.

Система управления рисками - это часть интегрированной системы, предназначенная для контроля рисков организации. Процесс управления риском включает определение области и цели применения, определение, оценка, обработка, мониторинг и анализ риска. Менеджмент рисков включает в себя природную, техническую, экономическую, социальную и т.д. опасность. В диапазоне его применения относятся охрана здоровья, охрана окружающей среды, предупреждение экономической потери, обеспечение исполнения требований правительственных. Внедрение в организациях системы управления рисками в области пожарных рисков позволяет переходить от коррективного подхода к менеджменту пожарных рисков на основе соответствия законодательным, нормативным актам и обязательным требованиям менеджмента пожарных рисков.

Применение системы управления рисками для пожарного риска позволяет уменьшить пожарный риск, снизить потери, включая человеческие, и постоянно повысить эффективность деятельности организации в области пожарного риска.

Оценка пожарных рисков важна в тех случаях, когда в разработанной системе пожарной безопасности нет возможности охватить весь сценарий пожара на территории объекта. Обычно это происходит при детерминированной обработке небольшого количества сценариев пожара, не охваченных полным пожарным риском. Оценка пожарных рисков существенна в тех случаях, когда риск безотказной работы критичен для обозначенного предмета. Например, в случае, когда требуется проведение оценки пожарных рисков, требуется подробная оценка защищенности

объекта, основанной на отдельной пожарной системе. Оценка пожарных рисков необходима в тех случаях, когда существуют существенные отличия между переменными, например, количеством людей, характеристиками и интенсивностью роста пожаров, и детерминированные анализы показывают, что возможен комбинационный анализ переменных, который не всегда дает необходимую защиту. Оценка пожарных рисков необходима при большом количестве различных пожарных сценариев, которые описывают абсолютно противоположную угрозу имуществу, и цель пожарной безопасности заключается в предотвращении возникновения любых сценариев.

## **2.4 Анализ и оценка пожарного риска на газодобывающем объекте ООО «Бованенковское газодобывающее предприятие»**

### **2.4.1 Выявление частоты реализации пожарных ситуаций**

Для определения частоты возникновения пожарных ситуаций в объекте обычно используется следующее:

- Об аренде оборудования на объекте;
- О характеристиках надежности использования оборудования на объекте;
- О некорректных действиях сотрудника на объекте;
- Гидрометеорологическая обстановка в районе расположения объекта;
- Географические особенности местности, расположенной в районе его размещения.

Чтобы определить частоту реализации пожарных ситуаций, можно использовать статистику аварийности и расчетную информацию о надежности технологических агрегатов, соответствующих специфике объекта рассмотрения. Рекомендованные сведения о частотах инициирования пожароопасных событий в некоторых типах оборудования и частотах возгорания в зданиях приведены в приложении 1 Методических указаний,



утвержденных приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 10.07.09. 404.

#### Краткая характеристика месторождения

Бованенковское газовое месторождение является одним из крупнейших месторождений в России. Оно расположено на территории Ямало-Ненецкого автономного округа в северной части Западной Сибири. Газовый промысел №3 на Бованенковском месторождении - один из 14 промыслов, составляющих это гигантское месторождение.

Основные характеристики газового промысла №3: Газопромысловый комплекс был пущен в эксплуатацию в 1988 году. На его долю приходится около 15% общей добычи газа на месторождении. Промысел разрабатывает газовый резервуар Д4а. Запасы газа резервуара оцениваются в 210 млрд. м<sup>3</sup>. Начальные разведанные запасы составляли 130 млрд. м<sup>3</sup>.

Газовый промысел № 3 Бованенковского месторождения изображен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Газовый промысел № 3 Бованенковского месторождения

Газ из резервуара в промышленную сеть поступает через 16 газоконденсатных и 4 газовых скважины. Пробурено более 30 скважин. Система сбора и подготовки газа состоит из защитных, трубных, газопроводных, отстойных, сепарирующих и фильтрующих сооружений. Проектная мощность по газу составляет 6 млрд. м<sup>3</sup>/год. Для экспорта газ из промысла поступает по газопроводу "Ямал – Европа".

Промысловые трубопроводы составляют длину 140 км. Первичное пенальтизирующее воздействие с применением ЗТФ и ЗРФ осуществляет одна из старейших дожимных насосных станций месторождения. Из 55 скважин промысла 12 - фонтанные, подготовка продукции которых осложнена наличием сероводорода. Применяется сероочистка. С момента ввода промысла добыто более 800 млрд. м<sup>3</sup> газа и 50 млн. т конденсата.

Промысловые технологии разработки резервуара позволяют поддерживать высокую эффективность работы скважин и минимизировать потери углеводородов. Дожимная насосная станция промысла продолжает работать в режиме предельного безаварийного ресурса. Однако условия работы требуют поэтапной модернизации производственных фондов для обеспечения надежной и эффективной эксплуатации месторождения.

На Газовом промысле № 3 Бованенковского месторождения расположены следующие объекты:

Газовый резервуар Д2 - предназначен для хранения сухого газа. Является одним из основных объектов промысла.

Комплекс газ подготовки - включает в себя оборудование для осушки, очистки и охлаждения добываемого газа перед его хранением в резервуаре Д2.

Четыре эксплуатационные скважины - предназначены для добычи природного газа с глубины пласта. Скважины технологически соединены с комплексом газ подготовки и резервуаром Д2.

Два факела - предназначены для сжигания попутного газа и очистки технологического оборудования от остаточных углеводородов.

Технологические трубопроводы - служат для транспортировки добываемого газа между скважинами, цехами газ подготовки и резервуаром Д2.

Административные и бытовые помещения - предназначены для проживания и работы оперативного и ремонтного персонала промысла.

Электроподстанция - предназначена для электроснабжения всех технологических установок промысла.

Другое вспомогательное оборудование - насосы, теплообменники, фильтры, сепараторы, запорная арматура и т.д.

Все объекты промысла между собой тесно взаимосвязаны и предназначены для добычи, подготовки, хранения, транспортировки и сжигания природного газа. Это образует единую технологическую схему функционирования промысла. Объект технологический трубопровод

От ПК0+5,7-ПК0+14,2 и от ПК0+58,9-ПК0+69,6 проектируемый газопровод Ø273x6.0 прокладывается в полиэтиленовом футляре Ø500x28,3 (ПЭ 100 SDR17.6) в целях обеспечения сохранности газопровода в месте дальнейшего строительства дороги.

Транспортируемая среда – природный газ, отвечающий требованиям ГОСТ 5542-87 (таблица 6).

Таблица 6 – Характеристики технологического оборудования, принятые в расчете

Параметр	Значение
Горючая нагрузка	Природный газ
Внутренний диаметр	273 мм
Длина	93,1 м
Избыточное давление газа	0,6 МПа
Расчетное время отключения	120 с

## Характеристики климатической зоны

Характеристики климатической зоны приняты по (Полуостров Ямал).

Максимальная температура воздуха в климатической зоне:

Климат арктический. В зимнее время средняя температура достигает 30 °С, но бывают и более холодные периоды до -50 °С. Лето от +3 до +10°С.

Согласно климатическим данным, регион Ямало-Ненецкого автономного округа (Ямал) отличается высокой повторяемостью и силой ветра. Некоторые показатели ветрового режима в Ямале:

Средняя скорость ветра по территории Ямала составляет 10-15 м/с (3654 км/ч), на отдельных участках достигает 20 м/с (72 км/ч). Это соответствует сильному и штормовому ветру. Преобладающими ветрами в Ямале являются юго-западные и западные ветры. Наибольшая повторяемость сильных ветров наблюдается в зимний период. Среднегодовая повторяемость дней с сильным ветром (15 м/с и более) составляет 150-230 дней в южной части округа и 200-260 дней в северной части. Повторяемость штормового ветра (20 м/с и более) достигает 35-50 дней в год. Штормовые ветры с порывами 25-30 м/с отмечаются в среднем 10-30 раз в год. Число дней с предельно допустимой скоростью ветра (25 м/с) составляет 10-30 в южной части округа и 30-50 в северной части. Максимальная скорость ветра зафиксирована в 37 м/с со штормовыми порывами до 45 м/с. Высокая повторяемость сильных и штормовых ветров по территории Ямала обусловлена:

Ветровой режим Ямала следует учитывать при проектировании и строительстве, особенно при возведении высотных сооружений, опор линий электропередачи и связи. Учет сильных ветров позволит обеспечить прочность и устойчивость коммуникаций региона (таблица 7).

Таблица 7 – Повторяемость ветра

Направление	С	В	Ю	З
вероятность, %	10-15	10	40-50	30-40
скорость ветра, м/с	5-10	5	8-12	5-12

Вероятность штиля: 0,12 %.

#### Характеристики территории

Для расчета характера формирования облака взрывоопасных концентраций газ воздушной смеси и динамики развития взрыва приняты следующие характеристики территории, можно увидеть в таблице 8 и таблице 9.

Таблица 8 – Характеристика территории

Параметр	Значение
Класс загроможденного пространства	III - средне загроможденное пространство
Тип поверхности	Бетонное или асфальтовое покрытие

Таблица 9 – Характеристика горючих веществ и материалов

Параметр	Значение
Описание	Метан, CH <sub>4</sub> , горючий газ
Молярная масса	16 кг/кмоль
Низшая теплота сгорания	50 МДж/кг
НКПР	5,28 %
Класс чувствительности	4
Корректировочный параметр	1,14

Определение инициирующих пожароопасные ситуации событий и построение сценариев возникновения и развития пожаров, влекущих за собой гибель людей.

Для построения множества сценариев возникновения и развития пожароопасных ситуаций на рассматриваемом объекте в соответствии с [3] был использован метод логических деревьев событий. Построение логических деревьев событий, лежащих в основе оценки пожарного риска для рассматриваемого объекта, осуществлялось исходя из следующих предпосылок.

В качестве инициирующих пожароопасные ситуации на газопроводе рассматриваются события разгерметизации трубопроводов газа с частотой возникновения в соответствии с табл. [3]. Поскольку полное разрушение трубопровода прогнозируются в результате таких случаев как ДТП (наезд автомобиля), падение тяжелых предметов и т.п., а рассматриваемый газопровод – подземный, то случаи полного мгновенного разрушения трубопровода по всему сечению не рассматриваются.

Условные вероятности мгновенного воспламенения, а также условные вероятности последующего воспламенения при отсутствии мгновенного воспламенения приняты в соответствии с табл. 9.

Условные вероятности и последовательность событий при возникновении и развитии пожароопасных ситуаций, связанных с разгерметизацией технологического оборудования [4].

Определение перечня пожароопасных ситуаций и сценариев их развития представлены на схеме рисунка 7.

Сценарии развития пожароопасных ситуаций:

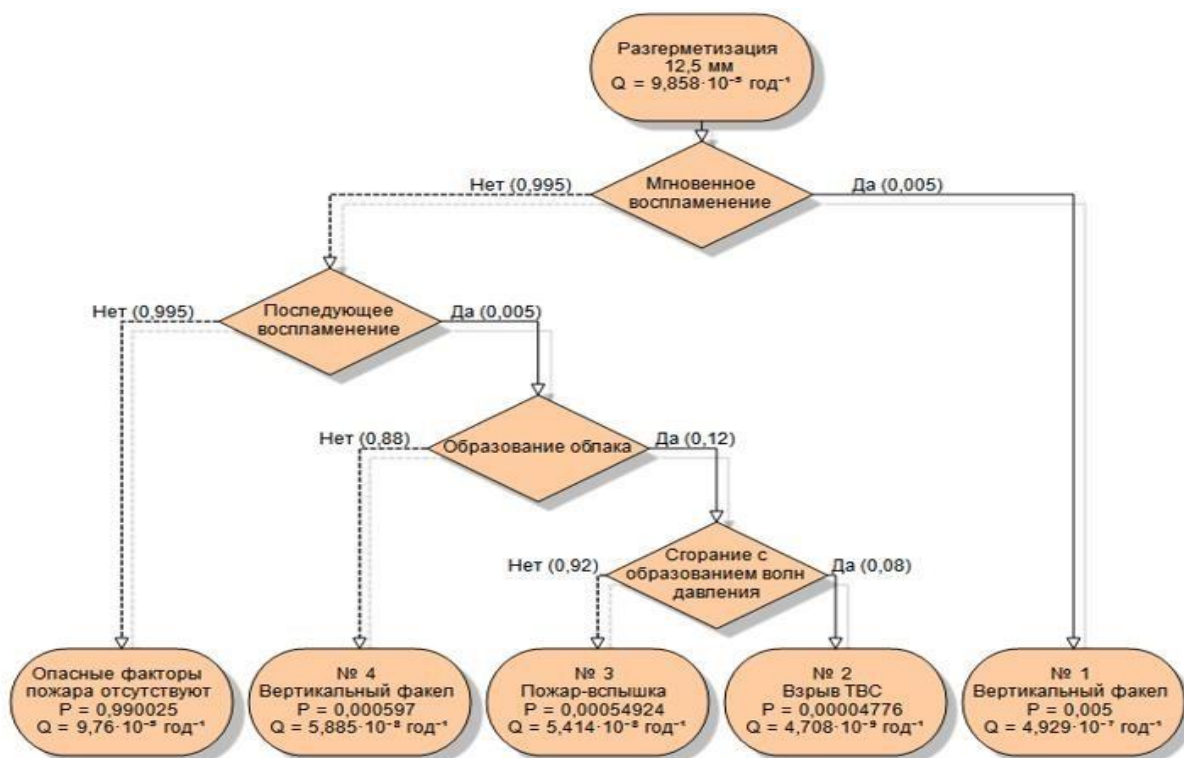


Рисунок 7 – Дерево сценариев при возникновении инициирующего события «Разгерметизация 12,5 мм»

Перечень пожароопасных ситуаций и сценариев их развития представлен в (таблице 10).

Таблица 10 – Перечень пожароопасных ситуаций и сценариев их развития

Номер сценария	Наименование пожароопасной ситуации	Сценарий развития пожароопасной ситуации	Частота возникновения, год <sup>-1</sup>	Условная вероятность поражения человека в определенной точке территории
1	Разгерметизация 12,5 мм	Взрыв ТВС	0,00004776	4,708·10 <sup>-8</sup>
2	Разгерметизация 12,5 мм	Пожар-вспышка	0,00054924	5,414·10 <sup>-8</sup>
3	Разгерметизация 12,5 мм	Вертикальный факел	0,00597	4,929·10 <sup>-8</sup>
4	Разгерметизация 25 мм	Вертикальный факел	0,002985	5,885·10 <sup>-8</sup>
5	Разгерметизация 25 мм	Взрыв ТВС	0,00002388	4,708·10 <sup>-8</sup>
6	Разгерметизация 25 мм	Пожар-вспышка	0,00054924	5,414·10 <sup>-8</sup>
7	Разгерметизация 25 мм	Вертикальный факел	0,002985	4,929·10 <sup>-8</sup>
8	Разгерметизация 50 мм	Вертикальный факел	0,0014925	4,929·10 <sup>-8</sup>
Номер сценария	Наименование пожароопасной ситуации	Сценарий развития пожароопасной ситуации	Частота возникновения, год <sup>-1</sup>	Условная вероятность поражения человека в определенной точке территории
9	Разгерметизация 50 мм	Взрыв ТВС	0,00001194	4,708·10 <sup>-8</sup>
10	Разгерметизация 50 мм	Пожар-вспышка	0,00027462	5,414·10 <sup>-8</sup>
11	Разгерметизация 50 мм	Вертикальный факел	0,002985	4,929·10 <sup>-8</sup>
12	Разгерметизация 100 мм	Вертикальный факел	0,002985	4,929·10 <sup>-8</sup>

## 2.5 Оценка последствий воздействия опасных факторов на работников для различных сценариев его развития, расчет индивидуального пожарного риска

Для оценки последствий ОФП воздействия на людей в различных сценариях развития пожаров необходимо определить количество людей,



которые попадают в зону пожара ОФП и сопоставить информацию о модели динамики пожара с информацией об ОФП значениях, которые являются критическими для здоровья и жизни этих лиц [20].

Для оценки последствий используются вероятностные и детерминированные критерии поражения людей ОФП, приведенные в Приложении №4 к Методике №404.

Последствия выброса газа на работников Бованенковского месторождения могут быть очень серьезными и включать:

- Отравление углеводородами. Выброс большого количества газа, содержащего углеводороды (метан, пропан и др.), может привести к их скоплению в замкнутых пространствах и отравлению персонала. Это особенно опасно в колодцах, технических помещениях и траншеях.

- Взрывы и пожары. Выделившиеся в выбросе газ воздушные смеси могут воспламениться от искр или открытого пламени, что приведет к взрывам и пожарам. Это представляет угрозу жизни и здоровью работников, а также разрушению оборудования.

- Асфиксия. Быстрое выделение значительных объемов газов в замкнутом пространстве может привести к вытеснению кислорода и удушью персонала. Это особенно опасно при работе в колодцах, емкостях и других ограниченных емкостях.

- Опасность внешнего воздействия. При выходе выброса газа за пределы промышленной территории возможно воздействие на смежные объекты, находящихся вблизи с факелами. Это угроза пожаров, взрывов и отравлений третьих лиц в районе месторождения.

- Прочие воздействия. Возможны отравления другими опасными веществами, образующимися при горении выброшенных газов (оксид углерода, другие токсичные соединения). Могут быть травмы и несчастные случаи, вызванные падением оборудования в результате разрушения технических конструкций при взрывах.

Для предотвращения подобных ЧС необходима разработка и реализация комплексной системы мероприятий по обеспечению промышленной безопасности на Бованенковском месторождении.

Ближайшими к Газовому промыслу № 3 Бованенковского месторождения промыслами являются:

Газовый промысел № 2 - расположен южнее промысла № 3, обеспечивает эксплуатацию газового резервуара Д4б.

Газовый промысел № 4 - находится западнее промысла № 3, отвечает за эксплуатацию газового резервуара Д5.

Газовый промысел № 5 - расположен северо-западнее промысла № 3, обслуживает газовой резервуар С1.

Газовый промысел № 1 - находится северо-восточнее промысла № 3, отвечает за эксплуатацию газового резервуара Д3.

Газовый промысел № 6 - расположен севернее промысла № 3, обеспечивает эксплуатацию газового резервуара С2.

Промыслы № 2, 4, 5, 6 как и промысел № 3 эксплуатируются ООО "Бованенковское НГДП". Промысел № 1 был передан в аренду другому предприятию, но находится на территории того же Бованенковского месторождения.

Все перечисленные выше промыслы взаимосвязаны технологически и образуют единую систему добычи природного газа на Бованенковском месторождении. Любые ЧС, происшествия или аварии на одном из промыслов могут оказать влияние и на другие. Поэтому для поддержания безопасной эксплуатации месторождения необходимы согласованные меры по предупреждению и ликвидации ЧС на всех газовых промыслах.

Индивидуальный пожарный риск

В расчете рассмотрен пожарный риск для близлежащих к газопроводу объектов:

и участок автодороги в непосредственной близости к газопроводу.

Вероятности нахождения людей на участках территории и в зданиях приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Вероятность нахождения людей

Категория людей	Группа людей	Здание, область территории	Вероятность
Персонал Бованенковского газового месторождения	персонал промысел № 3	Административные и бытовые помещения; Территория резервуар Д2	80%
	персонал	Административные и	80%
	промысел № 2	бытовые помещения Территория резервуара Д4б	
	персонал промысел № 4	Административные и бытовые помещения Территория резервуара Д5	80%
	персонал промысел N 5	Административные и бытовые помещения Территория резервуара С1	80%
	персонал промысел № 1	Административные и бытовые помещения Территория резервуара Д3	80%
	персонал промысел № 6	Административные и бытовые помещения Территория резервуара С2	80%
	Пользователи автодороги (50 чел.)	Участок автодороги	25%

Для людей, находящихся в селитебной зоне вблизи объекта, индивидуальный пожарный риск принимается равным величинам потенциального риска в этой зоне с учетом доли времени присутствия людей в зданиях, сооружениях и строениях вблизи производственного объекта:

$$R_m = \sum_{i=1}^I q_{im} \cdot P(i), \quad (3)$$

где  $P(i)$  — интегрированная по площади величина потенциального риска в  $i$ -ой области территории в селитебной зоне, год<sup>-1</sup>;  $q_{im}$  — доли времени присутствия людей в  $i$ -ой области территории (здании) в селитебной зоне.

Результаты расчетов приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Расчет индивидуального пожарного риска в селитебной зоне вблизи объекта

Группа людей	Здание, область территории	$P_i$ , год <sup>-1</sup>	$Q_{im}$ (мин. макс.), год <sup>-1</sup>	$R_i$
Персонал Бованенковского газового месторождения	Административные и бытовые помещения промысел № 3	0,004563	1,32	0,6
	Административные и бытовые помещения промысел № 2	0,000608333	1,32	0,08
	Административные и бытовые помещения промысел № 4	0,001825	1,32	0,24
	Административные и бытовые помещения промысел № 5	0,001825	1,32	0,24
	Административные и бытовые помещения промысел № 1	0,00009125	1,32	0,012
	Административные и бытовые помещения промысел № 6	0,001825	1,32	0,24
Пользователи автодороги	Участок автодороги	0,000608333	1,32	0,08

$R_i$ - коэффициент риска, характеризующий вероятность неблагоприятного воздействия факторов среды на здоровье населения в  $i$ -ой области. Значения коэффициентов:

$R_i = 0,1$  - низкий риск

$R_i = 0,3$  - средний риск

$R_i = 0,5$  - высокий риск

$R_i = 0,7$  - очень высокий риск

При значении  $R < 0,2$  риск признается допустимым,

$R$  от 0,2 до 0,4 - умеренным,

$R$  от 0,4 до 0,6 - высоким,

$R > 0,6$  - критическим (недопустимым).

Социальный пожарный риск. Для людей, находящихся в селитебной зоне вблизи объекта, социальный пожарный риск принимается равным частоте возникновения событий, ведущих к гибели 10 и более человек:

$$S = \sum_{j=1}^L Q_j, \quad (4)$$

где  $j$ — число сценариев развития пожароопасных ситуаций (пожаров), для которых среднее число погибших людей в селитебной зоне вблизи объекта в результате воздействия опасных факторов пожара, взрыва превышает 10 человек;  $Q_j$  — частота возникновения пожароопасной ситуации (пожара), год<sup>-1</sup>.

$$S=0$$

В результате проведенных расчетов было установлено, что на объекте рассматриваемого не возникает пожара и взрыва, в результате чего 10 и больше человек погибли в селе. Таким образом, социальный риск пожара в селе, расположенной рядом с объектом, составляет нуль. В результате проведенных расчетов выявлены следующие показатели пожарного риска:

- Индивидуальный пожарный риск в результате воздействия опасных факторов пожара на объекте для людей, находящихся в селитебной зоне, составляет 0,6 для персонала промысла № 3, что является высоким по нормативному значению, установленное п. 4 ст. 93 федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1];

Для других объектов

- Социальный пожарный риск воздействия опасных факторов пожара на объекте для людей, находящихся в селитебной зоне, составляет 0 для персонала промысла № 3 и других объектов, что не превышает нормативное значение, установленное п. 5 ст. 93 федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1].

### **3 Разработка мероприятий по снижению величины пожарного риска на газодобывающих объектах**

Для снижения пожарного риска на газодобывающих объектах можно предпринять следующие меры:

- улучшение систем пожаротушения: модернизация существующих систем и установка дополнительных средств пожаротушения, таких как автоматические системы пожаротушения и детекторы дыма;

- обучение персонала: проведение регулярных тренингов и учений для персонала по действиям в случае возникновения пожара, а также обеспечение персонала необходимыми средствами индивидуальной защиты;

- обновление оборудования: использование более надежного и безопасного оборудования, которое снижает вероятность возникновения пожаров и взрывов;

- улучшение путей эвакуации: создание дополнительных выходов и путей эвакуации в случае пожара, а также улучшение освещения и знаков навигации;

- внедрение системы мониторинга: установка системы мониторинга, которая позволяет оперативно реагировать на возникновение пожара и контролировать его распространение;

- регулярная проверка и обслуживание систем безопасности: проведение регулярных проверок и технического обслуживания систем безопасности для обеспечения их работоспособности и эффективности;

- разработка плана действий в чрезвычайных ситуациях: создание плана действий на случай пожара, который определяет порядок эвакуации людей, использования средств пожаротушения и взаимодействия с экстренными службами;

- соблюдение правил безопасности: обеспечение соблюдения работниками правил безопасности на рабочем месте, включая правила обращения с горючими материалами и использования оборудования;

- проведение аудита безопасности: проведение регулярного аудита безопасности на предприятии для выявления потенциальных угроз и принятия мер по их устранению;

- сотрудничество с пожарными службами: установление тесного сотрудничества с местными пожарными службами для получения консультаций и помощи в случае возникновения пожара.

Анализ крупнейших аварий свидетельствует о том, что в результате взрывов большого объема парогазовых выбросов разрушение подвергается не только зданиям и конструкциям самого производственного объекта, но также близлежащим жилым массивам. Создаются существенные трудности в локализации аварий, и традиционные противопожарные средства для их профилактики оказываются неэффективны.

Недостаточно эффективностью пожарных взрывных производств обусловлена, в первую очередь, недостатком аналитического количественного оценки пожарных взрывных производств в проектах, строительствах, регистрациях, ремонтах и эксплуатациях. В отраслевых правилах пожарной безопасности производств не полностью отражены особенности охраны конкретного производства от пожара и взрыва.

Таким образом, глубокий анализ характерных рисков типового технологического процесса – наиболее рациональное направление для разработки эффективной пожарной защиты. Пожарная безопасность - одна из главных функций государственной власти. Основное направление в этой работе – разработка мер по улучшению управления пожарным риском на основе модели.

Моделирование пожарных ситуаций является возможным способом обеспечения безопасности, позволяющим обосновать наилучшие решения,

которые предназначены для эффективной реализации решений в области охраны пожаров. У каждого риска, исходя из многих факторов и обстоятельств, может изменяться его значения, т.е. подвергается определенному динамикам. Таким образом, выявив роль конкретных факторов, влияющие на риск, можно пытаться на них целенаправленно влиять, т.е. контролировать риск.

Таким образом, в определенной мере можно управлять риском, который угрожает какой-либо объект защиты системы, ослабить его негативное влияние. Однако, понятно, что абсолютно невозможно свести к минимуму все риски в отношении того или иного объекта защиты. Это связано с неполным и противоречивыми научными представлениями о рисках и опасностях, а также ограниченными инженерными и экономическими возможностями в обществе.

Риск можно только попытаться снизить до уровня, на котором общество будет вынуждено согласиться и психологически готово принять его. Это означает, что в принципе «абсолютная» безопасность какой-либо системы защиты объекта невозможно добиться в настоящем мире. При управлении рисками мы можем снизить степень риска этого объекта безопасности, т.е. увеличить, повысить степень защиты до максимального уровня в современном мире. В то же время понятия опасности и угрозы по сути являются символами, отличающиеся от других некоторых смысловых оттенков. Все они имеют набор рисков, снизив значения, при этом мы достигаем допустимого уровня безопасности конкретной защитной объекты.



## 4 Охрана труда

Охрана труда на дожимной компрессорной станции (ДКС) является одним из ключевых аспектов обеспечения безопасности и здоровья работников. Она включает в себя комплекс мер, направленных на предотвращение производственного травматизма, профессиональных заболеваний и других негативных последствий, связанных с трудовой деятельностью.

Основные направления охраны труда на ДКС включают:

- Обеспечение безопасности производственных процессов и оборудования;
- Соблюдение требований по охране труда и промышленной безопасности;
- Обучение и инструктаж работников по вопросам охраны труда;
- Проведение регулярных проверок и аудитов на предмет соблюдения требований охраны труда;
- Разработка и внедрение системы управления охраной труда (СУОТ);
- Организация медицинских осмотров работников и контроль за их проведением;
- Мониторинг и анализ производственного травматизма и профессиональных заболеваний;
- Осуществление мероприятий по улучшению условий труда и повышению его безопасности.

1. В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» составим реестр профессиональных рисков для рабочих мест производственного подразделения [7].

Таблица 13 – Реестр рисков

Опасность	ID	Опасное событие
Разгерметизация трубопроводов	1.1	Отравление Ожог (при пожаре и вспышке)
	1.2	
Токсическое воздействие нефтепродуктов	2	Отравление
Авария на технологическом оборудовании	3.1	Поражение электрическим током ожог
	3.2	

2. В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н провести идентификацию опасностей, которые могут возникнуть при выполнении технологических операций (видов работ) на выбранных для анализа рабочих местах [8].

3. Лаборант химического анализа:

- Риск отравления химическими веществами при работе с определенными веществами;
- Риск взрыва при работе с легковоспламеняющимися веществами;
- Риск порезов и ушибов при работе с лабораторным стеклом и острыми предметами;
- Риск возгорания химических веществ, если они попадут в контакт с источником зажигания.

4. Оператор газоперекачивающей станции:

- Риск пожара и взрыва при работе с горючими и легковоспламеняющимися материалами;
- Риск отравления при работе с токсичными веществами;
- Риск травм при работе с тяжелым оборудованием и механизмами;
- Риск аварии на трубопроводах, которые связаны с перекачкой нефтепродуктов.

5. Слесарь по ремонту технологических установок:

- Риск травм при работе с тяжелым оборудованием и механизмами;
- Риск порезов и ушибов при работе с острыми предметами;

- Риск отравления при работе с химическими веществами, содержащимися в оборудовании;

- Риск аварий на технологических установках, связанных с их ремонтом и обслуживанием.

6. Электромеханик по средствам автоматики и приборам технологического оборудования:

- Риск поражения электрическим током при работе с электрическим оборудованием;

- Риск травм при работе с тяжелым оборудованием и механизмами;

- Риск порезов и ушибов при работе с острыми предметами;

- Риск аварий на технологическом оборудовании, связанных с неисправными приборами и автоматикой.

7. Пожарный:

- Риск получения ожогов и других травм во время тушения пожара;

- Риск отравления при работе с дымом и токсичными газами;

- Риск падения с высоты при работе на лестнице или подъемнике;

- Риск аварии на пожарной технике, связанных с ее эксплуатацией и обслуживанием.

По результатам проведенной идентификации на каждом рабочем месте заполняется Анкета (таблица 14) в соответствии Приказом Минтруда России от 28.12.2021 № 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков»:

- необходимо определить оценку вероятности по таблице для идентифицированной опасности (таблица 15);

- необходимо определить оценку тяжести последствия по таблице для идентифицированной опасности [9] (таблица 16).

Таблица 14 – Анкета

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка рисунка, R	Значимость оценки и риска
Лаборант химического анализа	1	1.1	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний низкий
		1.2	Возможно	3	Незначительная	2	6	
	2		Вероятно	4	Значительная	3	12	средний
	3	3.1	Возможно	3	Значительная Незначительная	3	12 6	Средний низкий
		3.2	Возможно	3		2		
Оператор нефтепродуктов	1	1.1 1.2	Вероятно Возможно	4 3	Крупная Крупная	4 4	16 12	Высокий средний
перекачивающей станции (НППС)	2		Вероятно	4	Значительная	3	12	средний
	3	3.1 3.2	Возможно Возможно	3 3	Значительная Незначительная	3 2	9 6	Средний низкий
Слесарь по ремонту технологических установок	1	1.1 1.2	Возможно Возможно	3 3	Значительная Незначительная	3 2	9 6	Средний низкий
		2		Вероятно	4	Значительная Незначительная		
	3	3.1 3.2	Возможно Возможно	3 3	Значительная Незначительная	3 2	9 6	Средний низкий
Электромеханик по средствам автоматизации и приборам технологического оборудования	1	1.1 1.2	Возможно Возможно	3 3	Значительная Незначительная	3 2	9 6	Средний низкий
		2		Возможно	3	Значительная	3	
	3	3.1 3.2	Вероятно Возможно	4 3	Катастрофическая Крупная	5 4	20 12	Высокий средний
Пожарный	1	1.1 1.2	Вероятно Возможно	4 3	Катастрофическая Крупная	5 4	20 12	Высокий средний
		2		Весьма вероятно	5	Крупная	4	
	3	3.1 3.2	Вероятно Возможно	4 3	Значительная Значительная	3 3	12	средний

Таблица 15 – Оценка вероятности

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
1	Весьма маловероятно	- Практически исключено - Зависит от следования инструкции	1
		- Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки	
2	Маловероятно	- Сложно представить, однако может произойти - Зависит от следования инструкции - Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки	2
3	Возможно	- Иногда может произойти - Зависит от обучения (квалификации) - Одна ошибка может стать причиной аварии/инцидента/несчастного случая	3
4	Вероятно	- Зависит от случая, высокая степень возможности реализации - Часто слышим о подобных фактах - Периодически наблюдаемое событие	4
5	Весьма вероятно	- Обязательно произойдет - Практически несомненно - Регулярно наблюдаемое событие	5

Таблица 16 – Оценка степени тяжести последствий

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
5	Катастрофическая	- Групповой несчастный случай на производстве (число пострадавших 2 и более человек); - Несчастный случай на производстве со смертельным исходом; - Авария; - Пожар;	5
4	Крупная	- Тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней);	4
3	Значительная	- Серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней; - Инцидент	3
2	Незначительная	- Незначительная травма - микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь. - Инцидент, - Быстро потушенное загорание.	2
1	Приемлемая	- Без травмы или заболевания; - Незначительный, быстро устранимый ущерб	1

Необходимо посчитать по формуле 1 количественную оценку риска.  
 $R=A*U$  – оценка риска (5)

Определить значимость оценки риска.

Оценка риска, R:

- 1 - 8 (низкий); □ 9 - 17 (средний);
- 18 - 25 (высокий).

5. Определим мероприятие по устранению высокого уровня профессионального риска на рабочем месте.

Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 октября 2021 г. № 771н был утвержден Примерный перечень ежегодно реализуемых работодателями мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней.

Работодатель должен разрабатывать систему управления охраной труда (СУОТ), в которую входит оценка профессионального риска. Это нужно для создания безопасных условий работы и уменьшения количества травм на рабочем месте.

Профессиональный риск — это вероятность причинения вреда здоровью вредными и опасными производственными факторами при исполнении работником обязанностей.

Оценка профессиональных рисков на предприятии – это оценивание всей деятельности работника с точки зрения опасности, которой он себя и (или) заболевания.

После осуществления мер по уменьшению уровня профессионального риска рекомендуется повторно провести оценку уровня профессионального риска, относящегося к указанным защитным мерам. В связи с тем, что выполнение работодателями законодательства, содержащего государственные требования к охране труда, дает возможность снизить профессиональные риски до приемлемой степени.

Если профессиональный риск превысит допустимый уровень или остается высокой, рекомендуется разработать и осуществлять дополнительные меры по его уменьшению, если это практически возможно и проводить повторную оценку. Если по итогам данной оценки высокий уровень профессиональной опасности сохраняется или невозможно ее снизить, предусмотрены дополнительные вышеуказанные меры надзора и применения СИЗ, снижающие вероятность ущерба здоровью сотрудника.

#### **4.1 Идентификация опасности и разработка рекомендаций по уменьшению пожарного риска.**

Оценка рисков на ДКС проводится с целью определения уровня опасности для здоровья и жизни работников, а также для выявления возможных угроз и принятия соответствующих мер по их минимизации. Оценка рисков включает в себя анализ различных факторов, таких как условия труда, использование опасных материалов и оборудования, вероятность возникновения аварийных ситуаций и т.д. На основе результатов оценки рисков разрабатываются мероприятия по снижению их уровня, которые затем внедряются в практику. Пожарный риск - это вероятность возникновения пожара и воздействия его опасных факторов на людей и имущество. Для идентификации опасности и разработки рекомендаций по уменьшению пожарного риска необходимо провести анализ потенциальных источников пожара, оценить вероятность их возникновения и определить меры по предотвращению или тушению пожара. На газодобывающих объектах основными источниками пожара могут быть газовые и нефтяные скважины, установки для переработки газа и нефти, а также трубопроводы для транспортировки газа. Вероятность возникновения пожара может быть связана с нарушениями в работе оборудования, ошибками персонала или внешними факторами, такими как природные катаклизмы.

Для уменьшения пожарного риска можно разработать следующие рекомендации:

Улучшение систем пожаротушения - установка автоматических систем пожаротушения, детекторов дыма и пламени, а также обучение персонала их использованию.

Обновление оборудования - использование более надежных и безопасных систем, которые снижают вероятность возникновения пожара.

Обучение персонала - проведение регулярных тренингов и учебных тревог по действиям в случае пожара.

Внедрение системы мониторинга - установка системы контроля и управления, которая позволит оперативно реагировать на возникновение пожара.

Регулярная проверка и техническое обслуживание систем безопасности - проводить проверки и техническое обслуживание для обеспечения работоспособности систем безопасности.

- указывать адрес расположения сил и ресурсов, призванных ликвидировать возможные ЧС в этой организации, подразделения ЦУПС, АС, ФПС, ГПС УМВД Российской Федерации, станции скорой помощи, а также станции скорой помощи, а также станции скорой помощи, а также станции скорой помощи, а также станции скорой помощи, а также станции скорой помощи.

- указывать руководителя управления ликвидацией ЧС, должностного состава объектового подразделения ТП РХЧС объекта, ЧС и ПП, эвакуационных комиссий и т.д. по внутренним распорядительным документам организации, приказом МЧС РФ от 23. 12. 2005 г. №999.

- описание основных мероприятий, направленных на предупреждение и ликвидацию идентифицируемых прогнозируемых аварийных ситуаций, осуществляемых объектовым управлением ТП РФ в режиме повышения



готовности, а также в режиме аварийных ситуаций на объекте по Постановлению Правительства Российской Федерации от 30. 12. 2003, №794.

Федеральный закон от 22. 08. В 1995 г. №151 ФЗ о Методических рекомендациях по организации и управлению гражданской обороной в субъектах РФ и Муниципальных образованиях утверждены. МЧС РФ 13. 12. Приказ МЧС РФ от 23 февраля 2012 г. № 2-487-30-14. 12. 2005 г. №999.

Методические рекомендации для создания, оснащения, подготовки и применения нештатных авиационных и аварийных формирований, а также нештатных авиационных формирований, обеспечивающих выполнение мероприятий гражданской обороны».

- Описать организацию предупреждения и управления персоналом объекта о угрозах и угрозах возникновения ЧС, указать имя должностного лица объекта, а также описать обязанности их руководителей. Составить на объекте схему коммуникации и предупреждения, если угрожает возникновение или возникновение ЧП.

- Составление таблицы ПВР персоналу объекта выберите ближайший из списка рекомендованных ТП РПЦ муниципального района с учетом возможных количеств эвакуированных лиц на территории объекта.

ООО «Бованенковское газодобывающее предприятие» расположено в Ямало-Ненецком автономном округе России. Ближайший город к месторасположению предприятия - город Ноябрьск, который находится примерно в 450 км на юг от Бованенковского месторождения. Ближайшим населенным пунктом к месторасположению ООО «Бованенковское газодобывающее предприятие» является поселок Бованенково. Он находится в непосредственной близости от месторождения и расположен на расстоянии около 5 км севернее.

Также рядом с месторасположением находятся поселки Уренгой и Надым, которые находятся на расстоянии примерно 100 км к югу и 150 км к

юго-западу соответственно. При крупных авариях эвакуация персонала возможна в город Ноябрьск ) (таблица 17).

Таблица 17 – Перечень пунктов временного размещения и расчет приема эвакуируемого населения из объекта

Номер ПВР	Наименование организаций (учреждений), развертывающих пункты временного размещения	Адрес расположения, телефон	Количество предоставляемых мест	
			Посадочных мест	Койко-мест
Надымский район				
2	ГБУЗ «Центр здоровья»	г. Надым, ул. Таежная, 25 тел.8(34995) 56-79-12	100	50
4	Школа № 1018	г. Надым, ул. Звездная, 74 тел.8(34995) 54-90-43	200	150
7	Спортивный комплекс «Олимп»	г. Надым, ул. Мира. 153 тел. 8(34995) 5413-87	250	200
5	Гостиница «Северное сияние»	г. Надым, ул. Ямальская. 54в тел. 8(34995) 5480-21	300	250
3	ГБУЗ «Больница №5»	г. Надым, ул. Сенькина, 2 тел. 8 (800) 30007-17	150	100

- составить маршруты эвакуации (основной и запасной) персонала объекта из каждой зоны возможной (прогнозируемой) ЧС в пункты временного размещения эвакуируемого населения (рисунок 8).



Рисунок 8 – План эвакуации из помещения 2-го этажа АБК базы №1

Так же нужно разработать таблицу с перечнем основных мероприятий, выполняемых конкретными службами и должностными лицами объекта (организации) при ЧС составляется на основе требований распорядительных документов, утвержденных руководителем объекта защиты

Таблица 18 – Действия персонала объекта при ЧС

Название подразделения (службы) объекта	Должность исполнителя	Действия при ЧС
Администрация объекта	Руководитель объекта	Принимает решения по организации работ и мероприятий по ликвидации ЧС, координирует работу всех подразделений объекта, обеспечивает информационную связь с внешними организациями и государственными органами.
Служба безопасности	Руководитель службы, инженер по охране труда	Обеспечивает организацию работ по охране и безопасности труда, контролирует выполнение мероприятий по предотвращению ЧС, обеспечивает охрану имущества и оборудования объекта.

Продолжение таблицы 18

Служба пожарной охраны	Начальник пожарной охраны, инженер по пожарной безопасности	Осуществляет контроль за соблюдением мер пожарной безопасности, организует работу по обнаружению и ликвидации пожаров, обеспечивает взаимодействие со службами МЧС.
Название подразделения (службы) объекта	Должность исполнителя	Действия при ЧС
Служба газоснабжения	Руководитель службы, оператор газового оборудования	Осуществляет контроль за работой газового оборудования, обеспечивает техническое обслуживание и ремонт газопроводов и газового оборудования, организует работу по обнаружению и ликвидации утечек газа.
Служба электроснабжения	Руководитель службы, электромонтер	Осуществляет контроль за работой электрооборудования, обеспечивает техническое обслуживание и ремонт электроустановок, организует работу по обнаружению и ликвидации аварийных ситуаций с электроснабжением.
Служба водоснабжения и водоотведения	Руководитель службы, водопроводчик	Осуществляет контроль за работой водопроводных и канализационных систем, обеспечивает техническое обслуживание и ремонт водопроводных и канализационных систем, организует работу по обнаружению и ликвидации аварийных ситуаций с водоснабжением и водоотведением.
Служба медицинской помощи	Врач, медицинский персонал	Осуществляет оказание медицинской помощи пострадавшим, организует эвакуацию пострадавших и их транспортировку в медицинские учреждения.
Название подразделения (службы) объекта	Должность исполнителя	Действия при ЧС
Спасательная служба	Руководитель службы, спасатель	Осуществляет поиск и спасание людей, заблокированных в зданиях или на объектах, организует работу по эвакуации людей из опасных зон.
Служба связи	Руководитель службы, оператор связи	Организует работу по обеспечению связи на объекте, координирует работу служб и передает информацию руководству объекта и внешним организациям.
Служба логистики и снабжения	Руководитель службы, логист	Обеспечивает организацию работ по снабжению объекта необходимыми материалами и ресурсами, координирует работу по эвакуации и транспортировке пострадавших и грузов.

## **5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность**

Охрана экологии и окружающей среды является одним из приоритетов деятельности дожимной компрессорной станции. ДКС стремится минимизировать свое воздействие на окружающую среду и обеспечить сохранение природных ресурсов.

ДКС применяет следующие меры по охране окружающей среды:

Использование экологически чистых технологий и оборудования. ДКС использует оборудование, которое не наносит вреда окружающей среде и не производит вредных выбросов.

Соблюдение экологических норм и стандартов. ДКС строго соблюдает все экологические нормы и стандарты, установленные законодательством.

Рациональное использование природных ресурсов. ДКС старается максимально эффективно использовать природные ресурсы, такие как вода и энергия, и снижать их потребление.

Рекультивация земель. После завершения строительства или реконструкции объектов ДКС проводит работы по восстановлению земель, нарушенных в процессе строительства.

Контроль за выбросами и сбросами. ДКС осуществляет постоянный контроль за выбросами вредных веществ в атмосферу и сбросами сточных вод, чтобы минимизировать их негативное воздействие на окружающую среду.

Экологическое образование и просвещение. ДКС проводит работу по экологическому образованию и просвещению среди своих сотрудников и местного населения, чтобы повысить уровень экологической культуры и ответственности за сохранение окружающей среды.

Внедрение системы экологического менеджмента. ДКС внедрила систему экологического менеджмента в соответствии с международным стандартом ISO 14001, которая обеспечивает постоянное улучшение системы экологического управления и контроль за ее эффективностью.

Поддержка инициатив по сохранению биоразнообразия. ДКС поддерживает

инициативы по сохранению биологического разнообразия и охране редких и исчезающих видов животных и растений в регионах своей деятельности.

Участие в международных инициативах по охране окружающей среды. ДКС участвует в международных проектах и инициативах, направленных на решение глобальных экологических проблем, таких как изменение климата и сохранение биоразнообразия. Определить антропогенную нагрузку организации, технологического процесса на окружающую среду (таблица 19).

Таблица 19 – Антропогенная нагрузка на окружающую среду

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух (выбросы, перечислить виды выбросов)	Воздействие на водные объекты (сбросы, перечислить виды сбросов)	Отходы (перечислить виды отходов)
ООО Бованенковское газодобывающее предприятие	Газовый промысел №3 Бованенковского месторождения	Выбросы CO <sub>2</sub> , NO, CH <sub>4</sub> в атмосферу при горении газа, выбросы сернистого газа (SO <sub>2</sub> ) и сероводорода (H <sub>2</sub> S)	Сбросы, бурового раствора, образовавшихся при добыче газа	Буровой шлам, общепроизводственные отходы, малонасыщенные грунты, использованные батареи и аккумуляторы, отходы пластмасс, металлические отходы, бумага и картон, пищевые отходы, медицинские отходы и т.д.
Количество в год		CO <sub>2</sub> : 41400000 тонн в год; выбросы CH <sub>4</sub> : 575 тонн в год; NO <sub>x</sub> : 2300 тонн в год.		

Определить соответствуют ли технологии на производстве наилучшим доступным (таблица 20).

Таблица 20 – Сведения о применяемых на объекте технологиях

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
1	2	3	4
Добыча газа	Гидравлический разрыв пласта (гидр разрыв)	Не соответствует НДТ	1
Переработка газа	Криогенная очистка газа	Соответствует НДТ	2
Транспортировка газа	Трубопроводный транспорт газа	Соответствует НДТ	3
Хранение газа	Хранилище для газа	Соответствует НДТ	4

Результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха (таблица 21,22).

Таблица 21 – Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов

Наименование загрязняющего вещества
Сераокисляющие газы (оксиды серы):SO <sub>2</sub> . SO <sub>3</sub> .
Азотнокислые газы (оксиды азота): NO <sub>x</sub> , включая NO и NO <sub>2</sub>
Гидроокиси азота и аммиак: NO, NO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub>
Летучие органические соединения (ЛОС)
Сероводород: H <sub>2</sub> S
Углерод кислые газы: CO <sub>2</sub> , CO

Таблица 22 – Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Источник		Наименование загрязняющего вещества	Предельно допустимый выброс или временно согласованный выброс, г/с	Фактически выброс, г/с	Превышение предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса в раз (гр. 8 / гр. 7)	Дата отбора проб	Общее количество случаев превышения предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса	Примечание
Номер	Наименование	Номер	Наименование							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	Газовый промысел №3 Бованенковского месторождения	1	Газовый котел №1	CO2	10	8	0,8	15.04.2023 г.	2	---
3	Газовый промысел №3 Бованенковского месторождения	2	Газовый котел №2	CO2	10	9	0,9	15.04.2023 г.	1	---
3	Газовый промысел №3 Бованенковского месторождения	3	Газовый котел №3	NOX	5	4	0,8	15.04.2023 г.	1	---
3	Газовый промысел №3 Бованенковского месторождения	---	Газоперерабатывающий цех	CO	50	45	0,9	15.04.	1	---



4. Результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов (таблица 23).

Таблица 23 – Результаты проведения проверок работы очистных сооружений, включая результаты технологического контроля эффективности работы очистных сооружений на всех этапах и стадиях очистки сточных вод и обработки осадков

Тип очистного сооружения	Год ввода в эксплуатацию	Сведения о стадиях очистки, с указанием сооружений очистки сточных вод, в том числе дренажных, вод, относящихся к каждой стадии	Объем сброса сточных, в том числе дренажных, вод, тыс. м <sup>3</sup> /суток.; тыс. м <sup>3</sup> /год	Наименование загрязняющего вещества или микроорганизма	Дата контроля (дата отбора проб)	Содержание загрязняющих веществ, мг/дм <sup>3</sup>	Эффективность очистки сточных вод, %
1	2	3	4	5	6	7	8
Физикохимическое очистное сооружение	2010	Газоотделение, флотационная очистка, обезвоживание осадков	500 тыс. м <sup>3</sup> /год	Газ продукты	01.04.2023	5 мг/дм <sup>3</sup>	97%
Биологическое очистное сооружение	2015	Аэротенковый отделитель, аэротенковый биореактор	300 тыс. м <sup>3</sup> /год	Биологические загрязнители	15.06.2023	20 мг/дм <sup>3</sup>	95%
Механическое очистное сооружение	2005	Решетки, песколовка, жиры уловитель	100 тыс. м <sup>3</sup> /год	Твердые частицы, жиры	10.02.2023	50 мг/дм <sup>3</sup>	99%

5. Результаты производственного контроля в области обращения с отходами (таблица 24).

Таблица 24 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный год 2022 г.

Наименование видов отходов	Код по федеральному классификационному у каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн	Образовано отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн	Утилизировано отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн
1	2	3	4	5	6	7	8
Отходы газодобычи (оборотная вода, буровой шлам)	010408	3	100 тонн	500 тонн	0 тонн	400 тонн	100 тонн
Отходы химического производства (кислоты, щелочи, растворители)	0201	2	50 тонн	200 тонн	10 тонн	150 тонн	50 тонн
Отходы производства электроники и (платы, аккумуляторы)	160605	4	0 тонн	20 тонн	5 тонн	5 тонн	15 тонн

Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн					
Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения
10	11	12	13	14	15
650 тонн	200 тонн	300 тонн	100 тонн	50 тонн	0 тонн
260 тонн	50 тонн	100 тонн	50 тонн	40 тонн	20 тонн
35 тонн	10 тонн	10 тонн	5 тонн	5 тонн	5 тонн

Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн					Наличие отходов на конец года, тонн	
Всего	Хранение на собственных объектах размещения отходов, далее - ОРО	Захоронение на собственных ОРО	Хранение на сторонних ОРО	Захоронение на сторонних ОРО	Хранение	Накопление
16	17	18	19	20	21	22
650 тонн	300 тонн	100 тонн	100 тонн	50 тонн	20 тонн	80 тонн

## 6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

План мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации и снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней в подразделениях отряда ФПС ГПС – Надымского филиал ФГБУ «Управление ДП ФПС ГПС №3» на 2023 год (таблица 25).

Таблица 25 – План проведения мероприятий.

Наименование мероприятий	Сроки исполнения	Исполнители	Отметка о выполнении
<b>I. Анализ производственного травматизма</b>			
Провести детальный анализ состояния травматизма в подразделениях отряда за 2022 год.	2 кв.	Специалист службы охраны труда	
Изучение обзоров, информационных писем, анализов в области охраны труда подразделений пожарной охраны в системе служебной подготовки, информирование работников подразделений отряда.	В течение года по мере поступления	Специалист службы охраны труда, Начальник подразделений	
<b>II. Совершенствование нормативно – правовых актов в целях снижения производственного травматизма</b>			
Провести анализ законодательных и иных нормативных правовых актов, содержащих обязательные требования, выполнение которых направлено на исключение несчастных случаев на производстве в целях: 1. Определения достаточности указанных обязательных требований; 2. Выявления устаревших требований не соответствующим современному развитию техники и технологии;	В течение года	Специалист службы охраны труда	
Организовать переработку инструкций по охране труда в соответствии с требованиями Приказа минтруда России от 29.10.2021 № 772н «Об утверждении основных требований к порядку разработки и содержанию правил и инструкций о охране труда, разрабатываемых работодателем»	С 01.04.2023 года в течение 1-2 кв. 2023 года.	Специалист службы охраны труда	
Проведение комплекса мероприятий по выявлению профессиональных	С 01.04.2023 года в течение	Специалист службы охраны	

рисков по рабочим местам подразделений отряда, оформление карт профессиональных рисков, разработка мероприятий по снижению рисков.	1-2 кв. 2023 года.	труда	
<b>III. Меры по снижению числа несчастных случаев в подразделениях отряда</b>			
Уточнить, пересмотреть составы комиссий по проверке знаний по охране труда.	С 01.04.2023 года в течение 1-2 кв. 2023 года.	Специалист службы охраны труда	
Организовать проведение подготовительных мероприятий по проведению специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков.	4 квартал	Специалист службы охраны труда	
Проведение трехступенчатого контроля состояния охраны труда в подразделениях отряда.	постоянно	Специалист службы охраны труда	

План основных мероприятий по охране труда и технике безопасности может включать следующие шаги:

- оценка рисков и определение потенциально опасных зон на предприятии, разработка и внедрение процедур по предотвращению несчастных случаев, пожаров и других чрезвычайных ситуаций, обучение сотрудников техникам безопасной работы, включая прохождение обучающих курсов и тренингов;

- регулярные инструктажи по правилам безопасности на рабочем месте, проведение аудитов и ревизий по вопросам охраны труда и техники безопасности для выявления и устранения нарушений;

- поддержка и стимулирование соблюдения правил и норм безопасности на рабочем месте, организация медицинского контроля и обеспечение работников средствами индивидуальной защиты, проведение расследования и анализа несчастных случаев, разработка мер по их предотвращению в будущем, постоянное обновление и совершенствование положения о порядке планирования мероприятий по охране труда в соответствии с изменением условий работы и законодательства (таблица 26).

Таблица 26 – Оценка эффективности противопожарных мероприятий

Наименование показателя	Ед. изм.	Усл. обозн	46	
			1	2
Площадь объекта	м <sup>2</sup>	F	569	
Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов	руб/ м <sup>2</sup>	C <sub>т</sub>	18000	
Стоимость поврежденных частей здания	руб/ м <sup>2</sup>	C <sub>к</sub>	36000	
Вероятность возникновения пожара	1/ м <sup>2</sup> в год	J	0,000045	
Площадь пожара на время тушения первичными средствами	м <sup>2</sup>	F <sub>пож</sub>	159,0	
Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения	м <sup>2</sup>	F* <sub>пож</sub>	69,0	
Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения	м <sup>2</sup>	F'' <sub>пож</sub>	569	
Вероятность тушения пожара первичными средствами	---	P1	0,79	
Вероятность тушения пожара привозными средствами	---	P2	0,85	
Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения	---	P3	0,86	
Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами	---	---	0,52	

Наименование показателя	Ед. изм.	Усл. обозн	46	
			1	2
Коэффициент, учитывающий косвенные потери	---	k	1,3	
Линейная скорость распространения горения по поверхности	м/мин	v <sub>л</sub>	1	
Время свободного горения	мин	V <sub>св.г</sub>	15	
Стоимость автоматических устройств тушения пожара	руб.	K	0	100000
Норма текущего ремонта	%	H <sub>т.р</sub>	0%	0,2%
Норма амортизационных отчислений	%	H <sub>а</sub>	0%	10%
Численность работников обслуживающего персонала	чел.	Ч	0	---
Заработная плата 1 работника	руб/мес	ЗПЛ	0	---
Суммарный годовой расход огнетушащего вещества	т	W	0	15
Оптовая цена огнетушащего вещества	руб/т	Ц	0	250
Коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов	---	k <sub>тзср</sub>	0	0,6
Норма дисконта		НД	0	0,1
Период реализации мероприятия	лет	T	0	6

1. Рассчитать материальные годовые потери от пожара при наличии первичных средств пожаротушения  $M(\Pi_1)$ :

$$M(\Pi_1) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3), \quad (1)$$

Решение:

$$M(\Pi_1) = 133152,5 + 69711,8 + 19066,5 = 221930,8$$

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

$M(\Pi_2)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения;

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

1.1. Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения:

$$M(\Pi_1) = J \times F \times C_T \times F_{\text{пож}} \times (1 + k) \times p_1, \quad (2)$$

Решение:

$$M(\Pi_1) = 0,000045 \times 569 \times 18000 \times 159 \times (1 + 1,3) \times 0,79 = 133152,5$$

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

$F$  – площадь объекта,  $\text{м}^2$ ;

$C_T$  – стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов,  $\text{руб}/\text{м}^2$ ;

$F_{\text{пож}}$  – площадь пожара на время тушения первичными средствами,  $\text{м}^2$ ;

$p_1$  – вероятность тушения пожара первичными средствами;

$k$  – коэффициент, учитывающий косвенные потери.

1.2. Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения:

$$M(\Pi_2) = J \times F \times (C_T \times F'_{\text{пож}} + C_K) \times 0,52 \times (1 + k) \times (1 - p_1) \times p_2, \quad (3)$$

Решение:

$$M(\Pi_2) = 0,000045 \times 569 \times (18000 \times 706,5 + 36000) \times 0,52 \times (1 + 1,3) \times (1 - 0,79) \times 0,85 = 69711,8$$

где  $p_2$  – вероятность тушения пожара привозными средствами;



0,52 – коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами;

$C_k$  – стоимость поврежденных частей здания, руб/м<sup>2</sup>;

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

1.3. Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения:

$$M(\Pi_3) = J \times F \times (C_T \times F''_{\text{пож}} + C_k) \times (1 + k) \times [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_2], \quad (4)$$

Решение:

$$M(\Pi_3) = 0,000045 \times 569 \times (18000 \times 569 + 36000) \times (1 + 1,3) \times [1 - 0,79 - (1 - 0,79) \times 0,85] = 19066,5$$

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

Площадь пожара за время тушения привозными средствами:

$$F'_{\text{пож}} = \pi \times (v_{\text{л}} \times V_{\text{св.г}})^2, \quad (5)$$

Решение:

$$F'_{\text{пож}} = 3,14 \times (1 \times 15)^2 = 706,5$$

где  $v_{\text{л}}$  – линейная скорость распространения горения по поверхности, м/мин;

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

2. Рассчитать материальные годовые потери от пожара при оборудовании объекта средствами автоматического пожаротушения  $M(\Pi_2)$ :

$$M(\Pi_2) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4), \quad (6)$$

Решение:

$$M(\Pi_2) = 133152,5 + 13209,7 + 9759,7 + 2669,3 = 158791,2$$

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

$M(\Pi_2)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения;

$M(\Pi_3)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения;

$M(\Pi_4)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения.

2.1. Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения. См. формулу (14.2).

2.2. Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения:

$$M(\Pi_2) = J \times F \times C_T \times F^*_{\text{пож}} \times (1 + k) \times (1 - p_1) \times p_3, \quad (7)$$

Решение:

$$M(\Pi_2) = 0,000045 \times 569 \times 18000 \times 69 \times (1 + 1,3) \times (1 - 0,79) \times 0,86 = 13209,7$$

где  $F^*_{\text{пож}}$  – площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения,  $\text{м}^2$ ;

$p_3$  – вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения.

2.3. Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения:

$$M(\Pi_3) = J \times F \times (C_T \times F'_{\text{пож}} + C_K) \times 0,52 \times (1 + k) \times [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3] \times p_2, \quad (8)$$

Решение:

$$M(\Pi_3) = 0,000045 \times 569 \times (18000 \times 706,5 + 36000) \times 0,52 \times (1 + 1,3) \times [1 - 0,79 - (1 - 0,79) \times 0,86] \times 0,85 = 9759,7$$

2.4. Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения:

$$M(\Pi_4) = J \times F \times (C_T \times F''_{\text{пож}} + C_K) \times (1 + k) \times \{1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3 - [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3] \times p_2\}, \quad (9)$$

Решение:

$$M(\Pi_4) = 0,000045 \times 569 \times (18000 \times 569 + 36000) \times (1 + 1,3) \times \{1 - 0,79 - (1 - 0,79) \times 0,86 - [1 - 0,79 - (1 - 0,79) \times 0,86] \times 0,85\} = 2669,3$$

3. Рассчитать эксплуатационные расходы  $P$  на содержание автоматических систем пожаротушения:

$$P = A + C, \quad (10)$$

$$P = 10000 + 2450 = 12450$$

где  $A$  – затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения, руб/год;

$C$  – текущие затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт и др.), руб/год.

Текущие затраты:

$$C_2 = C_{т.р.} + C_{с.о.п.} + C_{о.в.}, \quad (11)$$

Решение:

$$C_2 = 200 + 0 + 2250 = 2450$$

где  $C_{т.р.}$  – затраты на текущий ремонт;

$C_{с.о.п.}$  – затраты на оплату труда обслуживающего персонала;

$C_{о.в.}$  – затраты на огнетушащее вещество.

3.1.1. Затраты на текущий ремонт:

$$C_{т.р.} = \frac{K_2 \times H_{т.р.}}{100\%}, \quad (12)$$

Решение:

$$C_{т.р.} = \frac{100000 \times 0,2\%}{100\%} = 200$$

где  $K_2$  – капитальные затраты на приобретение, установку автоматических средств тушения пожара, руб.;

$H_{т.р.}$  – норма текущего ремонта, %.

3.1.2. Затраты на оплату труда обслуживающего персонала:

$$C_{с.о.п.} = 12 \times Ч \times ЗПЛ, \quad (13)$$

Решение:

$$C_{с.о.п.} = 12 \times 0 \times 0 = 0$$

где  $Ч$  – численность работников обслуживающего персонала, чел.;  $ЗПЛ$  – заработная плата 1 работника, руб/мес.

3.1.3. Затраты на огнетушащее вещество:

$$C_{o.v.} = W \times \Pi \times k_{тзср}, \quad (14)$$

Решение:

$$C_{o.v.} = 15 \times 250 \times 0,6 = 2250$$

где  $W$  – суммарный годовой расход огнетушащего вещества, т.;

$\Pi$  – оптовая цена огнетушащего вещества, руб/т.;

$k_{тзср}$  – коэффициент транспортно - заготовительно-складских расходов.

### 3.2. Затраты на амортизацию систем автоматических устройств

пожаротушения:

$$A = \frac{K_2 \times H_a}{100\%}$$

Решение: (15)

$$A = \frac{100000 \times 10\%}{100\%} = 10000$$

где  $K_2$  – стоимость автоматических устройств тушения пожара. руб.;

$H_a$  – норма амортизационных отчислений. %.

4. Рассчитать чистый дисконтированный поток доходов по каждому году и занести данные в таблицу «Денежные потоки»:

$$И_t = ( [M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P^1] ) \times \frac{1}{(1 + HD)^t} - (K_2 - K_1), \quad (16)$$

Решение:

$$И_1 = ( [221930,8 - 158791,2] - [12450 - 0] ) \times \frac{1}{(1 + 0,1)^1} - (100000 - 0) = 50689,6 \\ \times 0,91 - 100000 = - 53872,464;$$

$$И_2 = ( [221930,8 - 158791,2] - [12450 - 0] ) \times \frac{1}{(1 + 0,1)^2} - (100000 - 0) = 50689,6 \\ \times 0,83 - 100000 = - 57927,632;$$

$$И_3 = ( [221930,8 - 158791,2] - [12450 - 0] ) \times \frac{1}{(1 + 0,1)^3} - (100000 - 0) = 50689,6 \\ \times 0,75 - 100000 = - 61982,8;$$

$$И_4 = ( [221930,8 - 158791,2] - [12450 - 0] ) \times \frac{1}{(1 + 0,1)^4} - (100000 - 0) = 50689,6 \\ \times 0,68 - 100000 = - 65531,072;$$

$$И_5 = ( [221930,8 - 158791,2] - [12450 - 0] ) \times \frac{1}{(1 + 0,1)^5} - (100000 - 0) = 50689,6$$

$$\times 0,62 - 100000 = - 68572,448;$$

$$И_6 = ( [221930,8 - 158791,2] - [12450 - 0] ) \times \frac{1}{(1 + 0,1)^6} - (100000 - 0) = 50689,6$$

$$\times 0,56 - 100000 = - 71613,824;$$

$$И_7 = ( [221930,8 - 158791,2] - [12450 - 0] ) \times \frac{1}{(1 + 0,1)^7} - (100000 - 0) = 50689,6$$

$$\times 0,51 - 100000 = - 74148,304;$$

$$И_8 = ( [221930,8 - 158791,2] - [12450 - 0] ) \times \frac{1}{(1 + 0,1)^8} - (100000 - 0) = 50689,6$$

$$\times 0,47 - 100000 = - 76175,888;$$

$$И_9 = ( [221930,8 - 158791,2] - [12450 - 0] ) \times \frac{1}{(1 + 0,1)^9} - (100000 - 0) = 50689,6$$

$$\times 0,42 - 100000 = - 78710,368;$$

$$И_{10} = ( [221930,8 - 158791,2] - [12450 - 0] ) \times \frac{1}{(1 + 0,1)^{10}} - (100000 - 0) =$$

$$50689,6$$

$$\times 0,39 - 100000 = - 80231,056.$$

где  $t$  – год осуществления затрат;

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

$M(\Pi_1)$ ,  $M(\Pi_2)$  – расчетные материальные годовые 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 (таблица 27).

Таблица 27 – Денежные потоки

Год осуществления проекта Т	$M(\Pi_1) - M(\Pi_2)$	$C_2 - C_1$	$1/(1 + НД)^t$	$[ M(\Pi_1) - M(\Pi_2) - (C_2 - C_1) ] \times 1/(1 + НД)^t$	$K_2 - K_1$	Чистый дисконтный поток доходов по годам проекта (И)
1	63139,6	12450	0,91	46127,536	100000	-53872,464
2	63139,6	12450	0,83	42072,368	100000	-57927,632
3	63139,6	12450	0,75	38017,2	100000	-61982,8
4	63139,6	12450	0,68	34468,928	100000	-65531,072
5	63139,6	12450	0,62	31427,552	100000	-68572,448
6	63139,6	12450	0,56	28386,176	100000	-71613,824
7	63139,6	12450	0,51	25851,696	100000	-74148,304
8	63139,6	12450	0,47	23824,112	100000	-76175,888
9	63139,6	12450	0,42	21289,632	100000	-78710,368
10	63139,6	12450	0,39	19768,944	100000	-80231,056

5. Определить интегральный экономический эффект путем суммирования чистых дисконтированных потоков доходов по каждому году проекта из таблицы «Денежные потоки»:

$$И = \sum_{t=0}^T И_t, \quad (17)$$

Решение:

$$\begin{aligned} И &= -53872,464 + (-57927,632) + (-61982,8) + (-65531,072) + (-68572,448) + (- \\ &71613,824) + (-74148,304) + (-76175,888) + (-78710,368) + (-80231,056) = \\ &= -688765,856 \end{aligned}$$

где  $T$  – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода);

$И_t$  – чистый дисконтированный поток доходов на  $t$ -м году проекта.

## Заключение

Анализ опасности возникновения пожара на газодобывающем объекте, разработка мер по уменьшению пожарной угрозы, разработка инженерно-технических мероприятий для сокращения пожарной опасности и повышения безопасности объекта.

При проверке соответствия требованиям нормативных документов было установлено, что существующая система обеспечения пожарной безопасности на газодобывающем объекте Бованенковского месторождения ООО «Газпром Надым добыча» полностью соответствует требованиям.

Для подтверждения предлагаемых мероприятий в проекте приведены экономическое и экологическое обоснование принятых решений.

Проведенное исследование подтвердило актуальность работы, результаты проекта показывают, что поставленные задачи были решены, а предложенные мероприятия способствуют снижению риска возникновения пожаров на газодобывающем объекте Бованенковского месторождения ООО «Газпром-Надым добыча». Была проведена оценка эффективности мероприятий по снижению риска возникновения пожаров на основе проведенного анализа пожарной безопасности. Были идентифицированы потенциальные опасности и разработаны рекомендации по сокращению пожарного риска, а также рассмотрены вопросы охраны окружающей среды и экологической безопасности. Для подтверждения предлагаемых мероприятий в работе приведены экономическое и экологическое обоснование принятых решений.

Проведенное исследование подтвердило актуальность работы, результаты показывают, что поставленные задачи были решены, а предложенные мероприятия помогут снизить риск возникновения пожаров на газодобывающем объекте Бованенковского месторождения ОАО «Газпром-Надым добыча».

## Список используемой литературы и использованных источников

1. Алексеев М.В., Волков О.М., Шатров Н.Ф. Пожарная профилактика технологических процессов производств: Учебник. – Москва: ВИПТШ МВД СССР, 1986. – 372 с.
2. Баратов А.Н, Корольченко А.Я., Кравчук ГН. и др. «Пожар взрывобезопасность веществ и материалов и средства их тушения» – М.: Химия, справ.изд. 1и 2 книга, 1990. – 496, 384 с.
3. Горячев С.А., Клубень В.С. Задачник по курсу «Пожарная профилактика технологических процессов производств» – М.: 1996. – 113 с.
4. ГОСТ 12.1.004-76. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс]: государственный стандарт // Гарант: инф.-прав. обние. – Эл. Дан. – М., 2017
5. ГОСТ Р 12.3.047-2012 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля [Электронный ресурс]: государственный стандарт // Гарант: инф.-прав. об-ние. – Электрон. Дан. – М., 2017.
6. ГОСТ 12.1.044–89 «Пожар взрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».
7. ГОСТ 12.1.004–91 «Пожарная безопасность. Общие требования».
8. ГОСТ 12.4.009-83 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание».
9. "ИТС 17-2021. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Размещение отходов производства и потребления" (утв. Приказом Росстандарта от 22.12.2021 N 2965)
10. ИТС 46-2019. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Сокращение выбросов загрязняющих



веществ, сбросов загрязняющих веществ при хранении и складировании товаров (грузов)" (утв. Приказом Росстандарта от 17.04.2019 N 835)

11. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

12. НПБ 23-2001. Пожарная опасность технологических сред. Номенклатура показателей.

13. Пособие по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов. М.: ВНИИПО, 2012. 242 с. 5. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. Измененная редакция, Изм. № 1.

14. Постановление Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. №390 «О противопожарном режиме».

15. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ: (в ред. от 10 июля 2012 г.) // Гарант: инф. -прав. об-ние. – Электрон. Дан. – М., 2017.

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

17. Фрезе Т. Ю. Методы оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности: практикум / Т. Ю. Фрезе; ТГУ, Институт инженерной и экологической безопасности. - ТГУ. - Тольятти: ТГУ, 2020. - 258 с. - Прил.: с. 160-258. -Библиогр.: с. 159. - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1456-5. -Текст: электронный. Сигла хранения: эбс-Репозиторий <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/18598>

18. Шебеко Ю.Н., Гордиенко Д.М., Некрасов В.П., Дроздов А.Е., Черноплеков А.Н., Шавкин С.В., Ляпин А.А., Дешевых Ю.И., Гилетич А.Н. Исследование процесса эвакуации людей при пожаре из конструкции технологической линии газоперерабатывающего завода. Пожарная безопасность = Пожарная безопасность. 2008. № 1. С. 83–88.

19. Rescue Air Systems, Inc., List of FARS Installations. 2019,

[Электронный ресурс] <http://rescueair.com/successful-cities/> (дата обращения: 21.09.2023).

20. Scott Safety, Firefighter air replenishment systems (FARS).  
[Электронный ресурс] <http://rescueair.com/wp-content/uploads/2015/05/ScottSafetyWhitePaperFARSL.pdf> (дата обращения: 21.09.2023).

## Приложение А

### Взрывоопасные производства

№ п/п	Наименование производственных помещений	Категория помещения по НПБ 107-97	Класс взрывопожароопасных зон по ПУЭ	Ответственный за противопожарное состояние.	Наименование продукта, характеристика среды
1	2	3	4	5	6
ДКС-1					
1.	Сепарационный зал	А	2	Инженер по ЭОГО	природный газ, конденсат углеводородный
2.	КНС промстоков-1	Б	2	Инженер по ЭОГО	лёгкие и тяжёлые углеводороды
3.	Помещение подготовки пускового, топливного, импульсного газа	А	2	Инженер по АМПП	природный газ, конденсат углеводородный
4.	ДЭС №№ 1, 2, 3,4,5,6,7	Г	П-1	Мастер по электрохозяйству.	дизельное топливо, масла, возможно искрообразование
5.	Отсек двигателя	В1	П-1	Инженер по ЭОГО	масло
6.	Отсек нагнетателя	А	2	Инженер по ЭОГО	природный газ, масло
7.	Отсек масло обеспечения	В2	П-1	Инженер по ЭОГО	масло
8.	ББФГ №№ 1, 2, 3, 4, 5	А	2	Инженер по ЭОГО	природный газ
9.	ББФМ №№ 1, 2, 3, 4, 5	В2	П-1	Инженер по ЭОГО	масло, масляные пары
10.	КТП 2х1000	В2	-	Мастер по электрохозяйству.	трансформаторное масло
11.	Насосная масел	В2	П-1	Инженер по ЭОГО	масло ТП-22, МС-8п, масляные пары.
12.	Склад масел в таре	Вн2	П-III	Инженер по ЭОГО	масло, масляные пары.
13.	Насосная светлых нефтепродуктов	А	2	Инженер по ЭОГО	дизельное топливо.
14.	Компрессорная сжатого воздуха	Д	-	Механик	масло, менее 60кг
15.	КТП 2х1000 АВО газа	В2	-	Мастер по электрохозяйству.	трансформаторное масло

## Приложение Б

### Наличие АХОВ, радиоактивных веществ в помещениях, технологических установках (аппаратов)

№ п/п	Наименование помещения, технологического оборудования	Наименование вещества, количество	Краткая характеристика	Огнетушащее средство	Средства защиты л/с	Рекомендации по обеспечению безопасной работы л/с	Дополнительные сведения
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Цех очистки газа ЦОГ	Природный газ (метан-98,8%)	Газ, без цвета и запаха, не растворим в воде. Горит бесцветным пламенем, с воздухом образует взрывоопасные концентрации. Плотность 0,675 кг/м <sup>3</sup> , Т кипения – 161° С, Т самовоспламенения 537 ° С, НКПВ 4,5% ВКПВ 15 %, скорость распространения детонационной волны - 900 – 3000 м/с, скорость фронта волны горения -0,3-2,4 м/с	Вода со смачивателем, ВМП, порошок, углекислый газ	Распиракторы, шланговые противогазы ПШ20, портативные дыхательные устройства ПДУ-3, спецодежда, БОП, теплоотражательные костюмы	Работать в ДАСВ, теплоотражательных костюмах, боевой одежде и снаряжении	
2.	УПТИГ	Природный газ (метан-98,8%)	-/-	-/-	-/-	-/-	
3.	АВО газа	Природный газ(метан-98,8%)	-/-	-/-	-/-	-/-	
4.	ГПА	Природный газ(метан-98,8%)	-/-	-/-	-/-	-/-	