

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)

---

Техносферная безопасность  
(направленность (профиль) / специализация)

---

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему: Контроль содержания в исправном состоянии систем и средств противопожарной защиты в резервуарных парках хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, сжиженных углеводородных газов

Студент

В.В. Булгаков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.Г. Алтынбаев

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

## Аннотация

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, восьми глав, заключения, списка использованных источников.

Объем работы составляет 65 страницы.

Список включает 25 источников.

Объектом исследования являются организация пожарной безопасности на предприятии.

Предметом исследования является – ПАО «Сургутнефтегаз».

Целью выпускной квалификационной работы является организация контроля содержания в исправном состоянии систем и средств противопожарной защиты в резервуарных парках хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, сжиженных углеводородных газов.

В первой главе представлена краткая характеристика исследуемого предприятия ПАО «Сургутнефтегаз», а также его организационная структура.

Вторая глава посвящена исследованию и анализу систем противопожарной защиты, используемым в ПАО «Сургутнефтегаз».

В третьей главе представлен расчет водяного орошения резервуаров.

Четвертая глава посвящена расчету необходимого количества воды на орошение.

В пятой главе представлен сравнительный анализ систем противопожарной защиты объекта защиты

В шестой главе выявлены основные направления ПАО «Сургутнефтегаз» в области организации охраны труда на предприятии.

Седьмая глава посвящена организации экологической безопасности в ПАО «Сургутнефтегаз».

## Содержание

Введение.....	3
1 Характеристика объекта и анализ пожарной опасности.....	5
2 Характеристика систем противопожарной защиты .....	16
3 Расчет систем водяного орошения резервуаров .....	24
4 Расчет требуемого расхода воды на орошение .....	25
5 Сравнительный анализ систем противопожарной защиты объекта защиты.....	28
6 Охрана труда на предприятии.....	31
7 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность .....	41
8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	47
Заключение .....	59
Список использованных источников .....	61

## Введение

Актуальность темы исследования заключается в том, что нефтегазовая отрасль, в частности деятельность ПАО «Сургутнефтегаз», характеризуется высоким уровнем пожарной опасности. Это приводит к необходимости применения эффективных и инновационных решения для защиты не только предприятий, но и окружающей среды.

Проведенный анализ литературных источников, в частности, отчетов предприятий нефтегазовой отрасли, свидетельствует о том, что большинство данных предприятий в своих отчетах отражают сведения о полученной прибыли, используемом инновационном оборудовании в производственных процессах, мероприятиях, направленных на минимизацию потребления электроэнергии, в том числе о мерах, направленных на минимизацию негативного влияния на окружающую среду. Важно отметить общее во всех данных отчетах – в них минимальное значение уделяется реализации мер пожарной безопасности.

Анализ причин возникновения пожаров на предприятиях нефтегазовой отрасли свидетельствуют о том, что не последнее место отводится именно человеческому фактору вследствие несоблюдения пожарного законодательства, нарушения правил работы в электроустановках, недостаточное внимание управленческого отдела к контролю. Учитывая то, что пожары на предприятиях нефтегазовой отрасли способны не только привести убыткам предприятия, но и существенному негативному воздействию на окружающую среду, соответственно, данный вопрос является весьма актуальным.

Целью выпускной квалификационной работы является организация контроля содержания в исправном состоянии систем и средств противопожарной защиты в резервуарных парках хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, сжиженных углеводородных газов.

Достижение поставленной цели обусловило необходимость решить следующие задачи:

- проанализировать характеристику объекта и анализ пожарной опасности;
- проанализировать характеристику систем противопожарной защиты на предприятии;
- произвести расчет систем водяного орошения резервуаров;
- произвести расчет требуемого расхода воды на орошение
- представить сравнительный анализ систем противопожарной защиты объекта защиты;
- проанализировать охрану труда на предприятии;
- проанализировать охрану окружающей среды и экологической безопасности;
- произвести оценку эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Объектом исследования являются организация пожарной безопасности на предприятии.

Предметом исследования является – ПАО «Сургутнефтегаз».

Теоретической базой исследования послужили фундаментальные и современные концепции и положения, представленные в классических и современных трудах ученых и специалистов в области пожарной безопасности на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

Структура работы состоит из восьми глав, введения, заключения, списка использованных источников и приложений.

## 1 Характеристика объекта и анализ пожарной опасности

ПАО «Сургутнефтегаз» осуществляет деятельность в области организации поиска, разведки и добычи углеводородного сырья на территории 3-х трех провинциях Российской Федерации, таких как:

- Западно-Сибирская провинция;
- Восточно-Сибирская провинция;
- Тимано-Печорская провинция.

ПАО «Сургутнефтегаз» высокое внимание уделяется инновационным технологиям и техники, выбор которых осуществляется в зависимости от следующих факторов:

- от климатических условий;
- от геологических условий региона изыскания.

Переработка нефти в ПАО «Сургутнефтегаз» осуществляется на нефтеперерабатывающем заводе Общество с ограниченной ответственностью «Производственное объединение «Киришинефтеоргсинтез» (ООО «КИНЕФ»).

ПАО «Сургутнефтегаз» уделяет особое внимание производственной деятельности в области добычи и транспортировки газа, увеличению объемов его переработки и росту выработки электроэнергии на собственных электростанциях. Для обеспечения максимальных показателей по использованию попутного нефтяного газа на всех месторождениях ПАО «Сургутнефтегаз» применяется самое передовое оборудование.

В структуре компании имеются все необходимые производственные подразделения для ремонтно-технических работ, транспортного обслуживания, материально-технического снабжения, строительства, переработке газа в том числе переработке нефтяного сырья.

Организационную структуру организации составляют 15 служб, из которых 14-производственный персонал основного вида деятельности и 1

служба (врачебный здравпункт) - персонал непроизводственной деятельности - рисунок 1.



Рисунок 1 - Организационная структура ПАО «Сургутнефтегаз»

Важно обратить внимание на то, что в соответствии со спецификой деятельности ПАО «Сургутнефтегаз», на исследуемом предприятии имеются определенные профилирующие подразделения, представленные на рисунке 2.

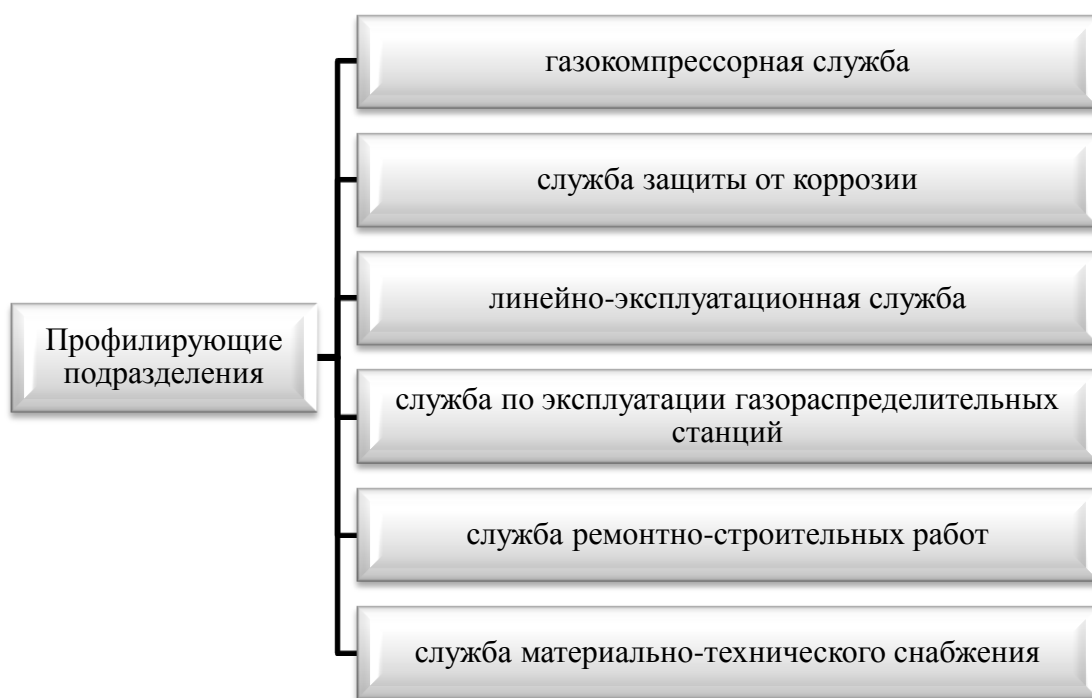


Рисунок 2 – Профилирующие подразделения в соответствии со спецификой деятельности ПАО «Сургутнефтегаз»

Для полного анализа деятельности предприятия, рассмотрим подробно динамику основных технико-экономических показателей деятельности ПАО «Сургутнефтегаз» на основании бухгалтерской отчетности формы № 1,2,5.

Таблица 1- Основные экономические показатели деятельности ПАО «Сургутнефтегаз» в 2020-2018 гг.

Наименование показателя	2020	2019	2018	Темпы роста, %		
				18/19	19/20	20/18
Выручка, млн. руб.	69097	39774	25698	64,6	57,6	268,9
Себестоимость продаж, млн. руб.	606475	358398	298636	83,3	59,1	203,1
Валовая прибыль млн. руб.	83623	39157	32569	83,2	46,8	256,8
Управленческие расходы, млн. руб.	6092	3588	2758	76,9	58,9	220,9
Прибыль от продаж, млн. руб.	25750	1 927	1259	65,3	7,5	2045,3
Проценты к получению, млн. руб.	203	0	0	0,0	0,0	0
Прочие доходы, млн. руб.	56230	56816	52125	91,7	101,0	107,9
Прочие расходы, млн. руб.	(64004)	(51034)	(48523)	95,1	79,7	131,9
Прибыль от продаж, млн. руб.	3 551	1 927	1752	90,9	54,3	202,7
Чистая прибыль, млн. руб.	8463	307	258	84,0	3,6	3280,2
Активы, млн. руб.	39368	17905	12522	69,9	4,5	3144,0



В соответствии с таблицей 1 видно, что в течение 2018-2020 гг. экономическая деятельность предприятия отличалась положительной динамикой. А именно, в сравнении с 2018 годом в 2020 году существенно возросла выручка ПАО «Сургутнефтегаз» в 2018-2020 гг. с 25698 млн. руб. в 2018 году до 69067 млн. руб., то есть более чем в 2,5 раза. Помимо этого, показатель чистой прибыли также характеризуется положительной динамикой, а именно, в 2020 году чистая прибыль составила 8463 тыс. руб., что в 32,8 раз больше, чем в 2018 году (258 тыс. руб., соответственно).

Произведем расчет основных показателей экономической деятельности (на основании данных из таблицы 1) в соответствии с формулами 1 –6 и сравним с нормативными показателями.

Коэффициент текущей ликвидности:

$$K_{\text{тл}} = \frac{\text{ДС} + \text{ДЗ} + \text{запасы} + \text{фин. вложения}}{\text{Краткосрочные обязательства}} \quad (1)$$

где ДС – денежные средства;

ДЗ – дебиторская задолженность.

Коэффициент абсолютной ликвидности:

$$K_{\text{ал}} = \frac{\text{Деньги}}{\text{Краткосрочные обязательства}} \quad (2)$$

Рентабельность продукции:

$$P_{\text{п}} = \frac{\text{Прибыль от продаж}}{\text{Выручка}} * 100\% \quad (3)$$

Рентабельность компании:

$$P_{\text{к}} = \frac{\text{Чистая прибыль}}{\text{Выручка}} \quad (4)$$

Рентабельность активов:

$$P_{\text{а}} = \frac{\text{Чистая прибыль}}{\text{Активы}} \quad (5)$$

Рентабельность продаж:

$$P_{\text{пр}} = \frac{\text{Прибыль от продаж}}{\text{Себестоимость продаж}} \quad (6)$$

В соответствии с таблицей 2 произведем сравнительный анализ коэффициентов текущей и абсолютной ликвидности за 2018-2020 гг.

Таблица 2- Коэффициенты ликвидности ПАО «Сургутнефтегаз» в 2018-2020 гг.

Наименование коэффициента	2018	2019	2020
Коэффициент текущей ликвидности	1,154	1,332	1,573
Коэффициент абсолютной ликвидности	0,087	0,116	0,366

Представим наглядно динамику значений коэффициентов ликвидности ПАО «Сургутнефтегаз» в 2018-2020 гг. на рисунке 3.

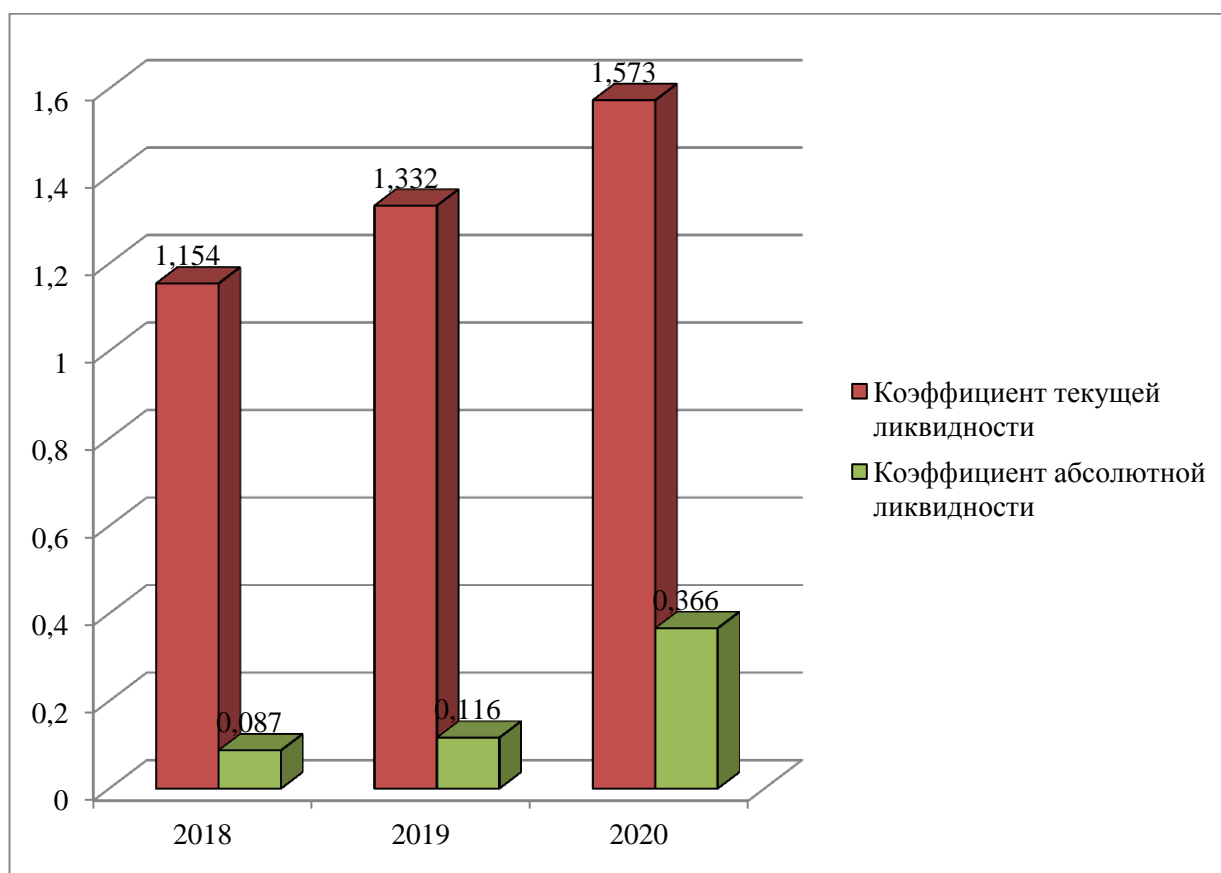


Рисунок 3 – Динамика значений коэффициентов ликвидности ПАО «Сургутнефтегаз» за период 2018 – 2020 гг.

Согласно представленных в таблице 3 экономических показателей, можно наглядно просмотреть рост используемых ресурсов в ПАО «Сургутнефтегаз».

Таблица 3 - Показатели рентабельности ПАО «Сургутнефтегаз» за период 2018 – 2020 гг.

Наименование коэффициента	2018	2019	2020
Рентабельность продукции, %	5,73	6,84	9,91
Рентабельность компании, %	7,23	11,77	14,69
Рентабельность активов, %	8,15	8,71	9,96
Рентабельность продаж, %	23,54	29,98	34,65

Представим наглядно динамику значений рентабельности ПАО «Сургутнефтегаз» в 2018-2020 гг. на рисунке 4.

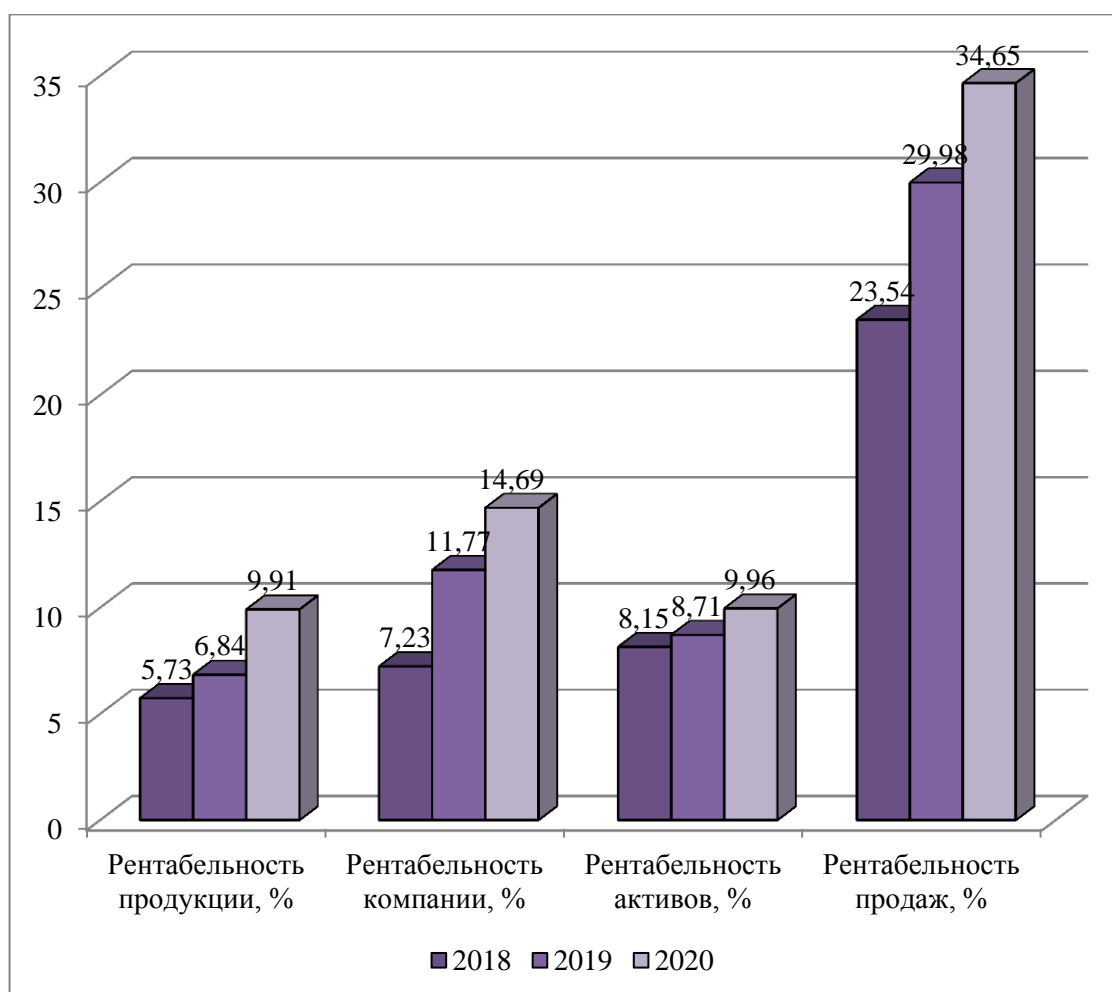


Рисунок 4 - Динамика значений рентабельности ПАО «Сургутнефтегаз» за период 2018 – 2020 гг.

Анализируя данные, полученные в результате расчетов и сравнивая их с нормативными значениями получаем следующие выводы - в течение 2018-2020 гг. экономическая деятельность предприятия характеризовалась стабильной динамикой, а именно, чистая прибыль предприятия в сравнении с 2018 годом в 2020 возросла более чем в 2,3 раза. Таким образом можно сделать вывод, что деятельность ПАО «Сургутнефтегаз» устойчива и стабильна на протяжении исследуемых лет. Проводя анализ пожарной опасности ПАО «Сургутнефтегаз» важно отметить, данное предприятие характеризуется определенными признаками – рисунок 5.



Рисунок 5 - Общая характеристика особенностей ПАО «Сургутнефтегаз» с точки зрения пожарной безопасности

Важно отметить, что пожары на нефтегазовых комплексах связаны со значительными финансовыми потерями. Высокая степень пожароопасности скважин, технологических объектов ПАО «Сургутнефтегаз» связана со следующими факторами:

- наличие на объектах большого объема взрывопожароопасных веществ, которые не только находятся под высоким давлением, но и объединяются в единую технологическую схему путем прокладки сообщающихся трубопроводов;
- наличие большого количества фланцевых соединений, а также арматурных соединений, в случае не герметичности которых может возникнуть угроза утечки взрывопожароопасных веществ
- наличие топок нагревательных элементов, подогревателей скважин и т.д., которые представляют собой опасные источники воспламенения.

Также следует обратить внимание на то, что основными причинами возникновения пожаров в ПАО «Сургутнефтегаз» за последние 10 лет, выступают следующие причины, представленные на рисунке 6.

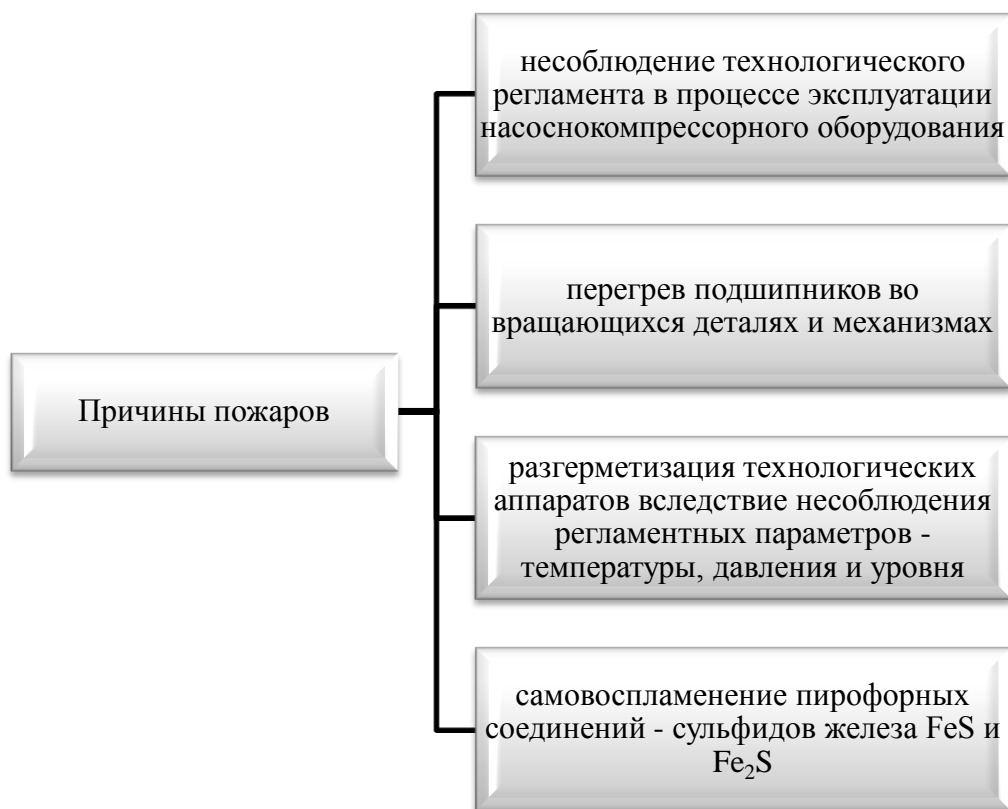


Рисунок 6 – Причины пожаров в ПАО «Сургутнефтегаз» за последние 10 лет

Важно отметить, что основным оборудованием, препятствующем пожару, выступает использование противопожарных резервуаров РВС-5000, конструкция которых представлена на рисунке 7.

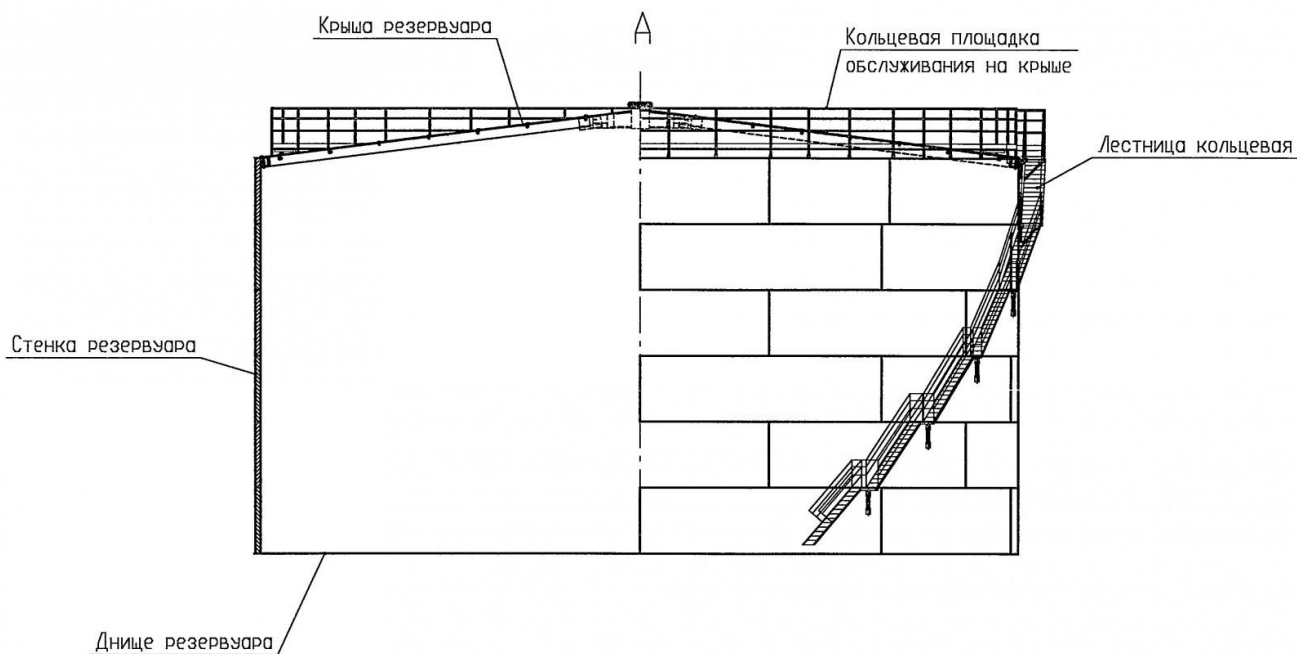


Рисунок 7 – Конструкция резервуара РВС-5000

Так, следует отметить, что в период 2010-2020 гг. на предприятиях нефтегазовой отрасли общее число пожаров составило 73. Перечень основных причин их возникновения представлен на рисунке 8.

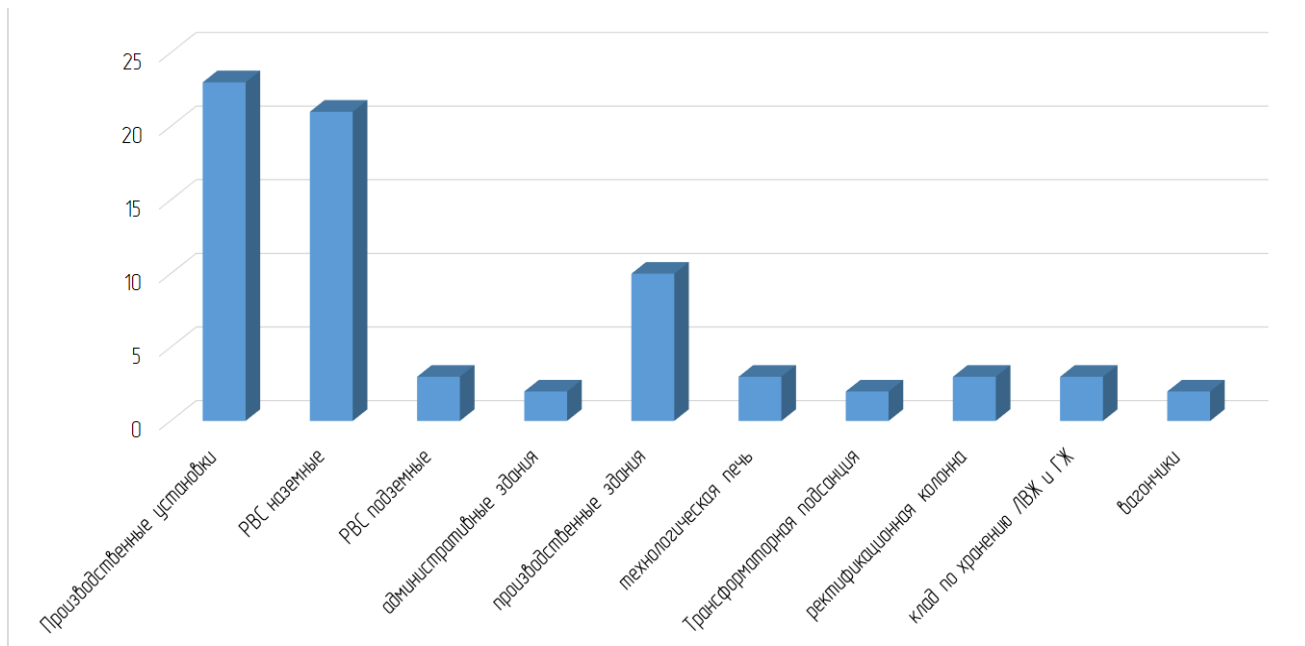


Рисунок 8 – Место возникновения пожаров на объектах нефтеперерабатывающей промышленности

Анализ основных причин пожаров позволил выделить следующие взаимосвязанные группы причин и представлен на рисунке 9.

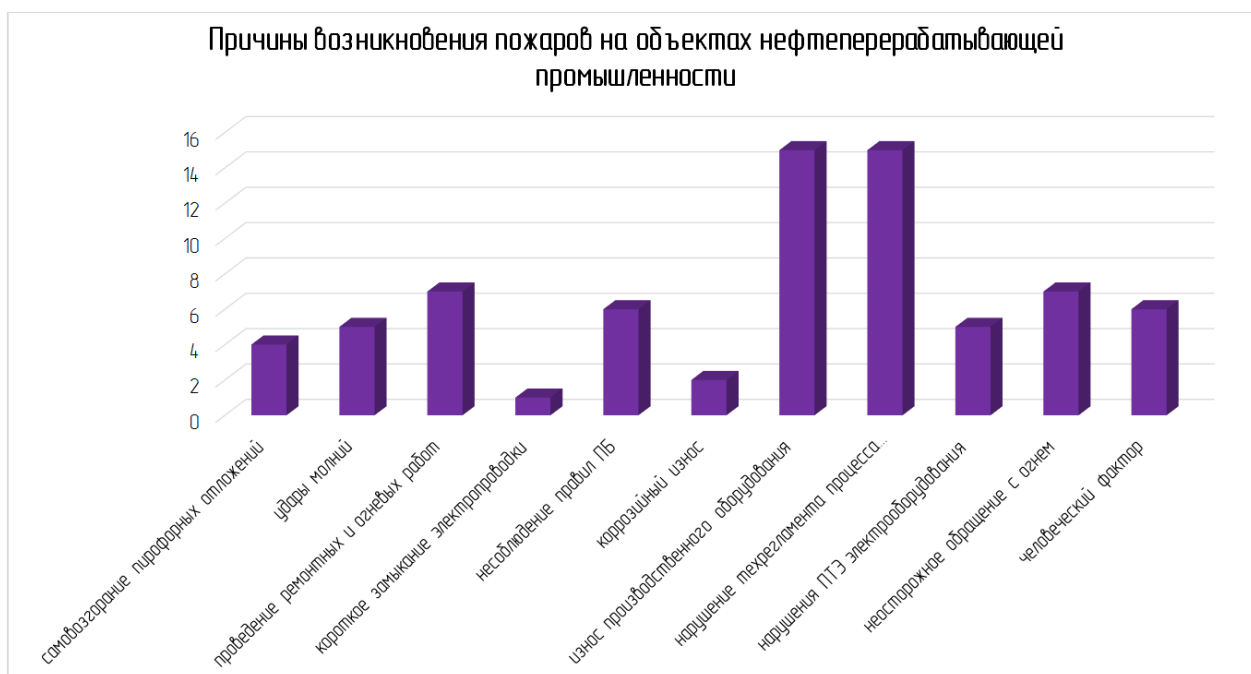


Рисунок 9 - Основные причины пожаров

В соответствии с данными, представленными на рисунке 1.9 можно сделать вывод, что наиболее часто встречаемыми причинами возникновения пожаров на предприятиях нефтегазовой отрасли являются следующие:

- износ используемого производственного оборудования на предприятиях;
- нарушение сотрудниками регламента работ.

Помимо этого особое внимание необходимо обратить на то, что высок риск возникновения пожаров:

- в процессе реализации переходных процессов, таких как остановка оборудования, либо пуск оборудования;
- в процессе сливо-наливных работ;
- в процессе профилактических, ремонтных и иных видов работ.

ПАО «Сургутнефтегаз» уделяет особое внимание производственной деятельности в области добычи и транспортировки газа, увеличению объемов его переработки и росту выработки электроэнергии на собственных электростанциях. Для обеспечения максимальных показателей по использованию попутного нефтяного газа на всех месторождениях ПАО «Сургутнефтегаз» применяется самое передовое оборудование.

Резюмируя все вышеизложенное отметим, что возникновение пожаров на предприятиях нефтегазовой отрасли характеризуется наступлением целой совокупности обстоятельств. Отдельно каждое из обстоятельств не способно привести к пожару, но при их совокупности это способно привести не только к крупным финансовым потерям, но и привести к существенному урону окружающей среды.



## 2 Характеристика систем противопожарной защиты

При рассмотрении объектов ПАО «Сургутнефтегаз», важно отметить, что основными нормативно-правовыми актами, регулирующими обеспечение противопожарной защиты, выступают следующие, представленные на рисунке 10.



Рисунок 10 – Перечень основных нормативно-правовых актов, регламентирующих обеспечение противопожарной защиты в ПАО «Сургутнефтегаз»

При рассмотрении основных мер, направленных на противопожарную защиту ПАО «Сургутнефтегаз», следует отметить, что они подразделяются на несколько направлений, в каждое из которых включены определенные мероприятия – рисунок 11.

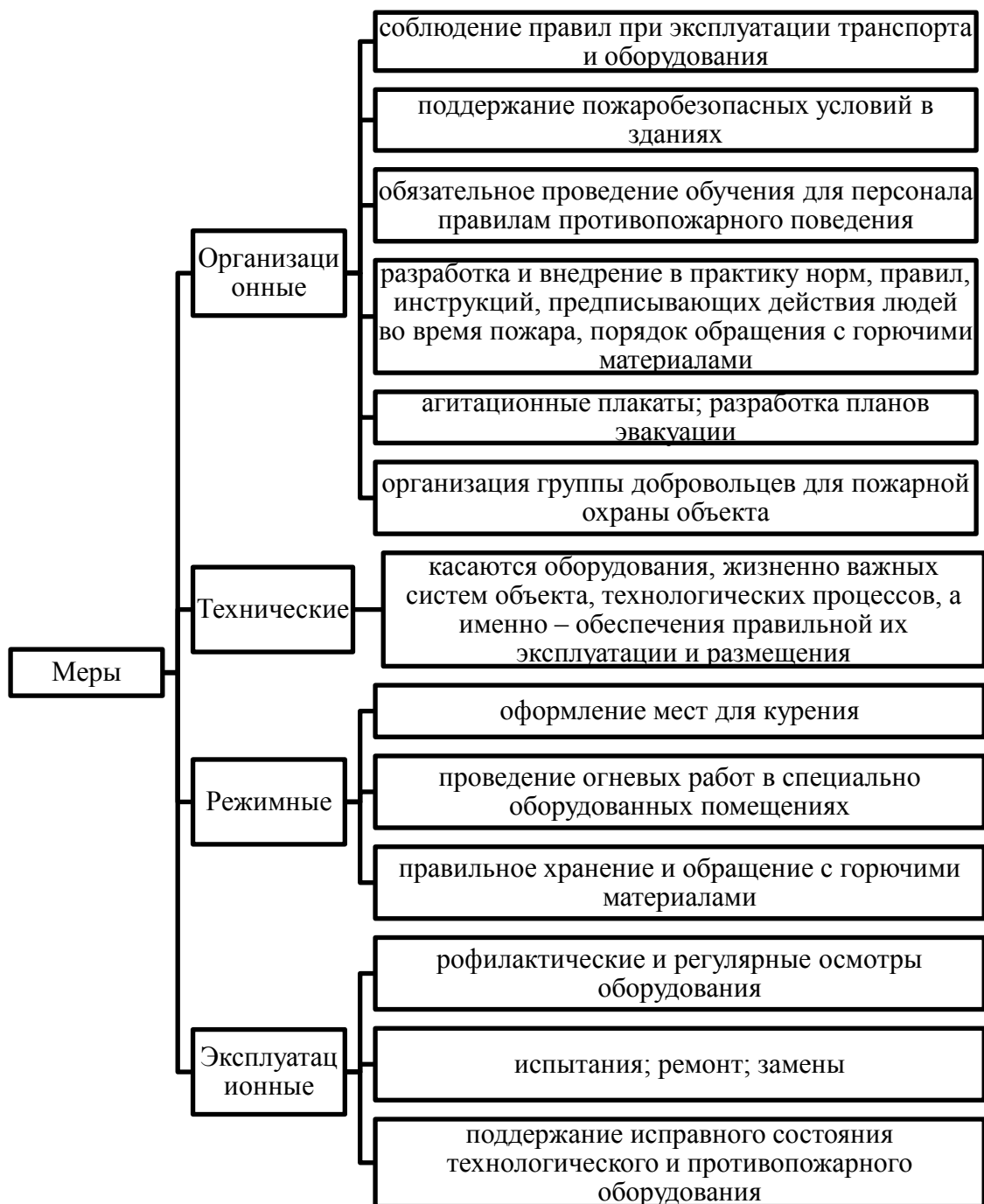


Рисунок 11 - Противопожарная защита ПАО «Сургутнефтегаз»

При этом одним из наиболее значимых направлений выступает именно применение эффективных систем противопожарной защиты.

Так, рассмотрим основные системы противопожарной защиты ПАО «Сургутнефтегаз» - рисунок 12.



Рисунок 12 - Основные системы противопожарной защиты ПАО «Сургутнефтегаз»

Так, особенностью АПС выступает то, что вода в данных системах располагается в трубах под давлением и в случае срабатывания датчика – подается под напором в помещения. При этом в ПАО «Сургутнефтегаз» наибольшее распространение нашли именно АПС, имеющие тонкораспыленную систему распределения воды. Данная система снабжена специальными форсунками (рисунок 13), которые осуществляют разбивку струи на тонкодисперсную водяную пыль, что способствует более быстрому тушению пожара.



Рисунок 13 – Форсунка

Важно отметить, что система водяного орошения в исследуемом предприятии реализуется и для охлаждения стенок резервуара, это обусловлено необходимостью формирования кольца орошения.

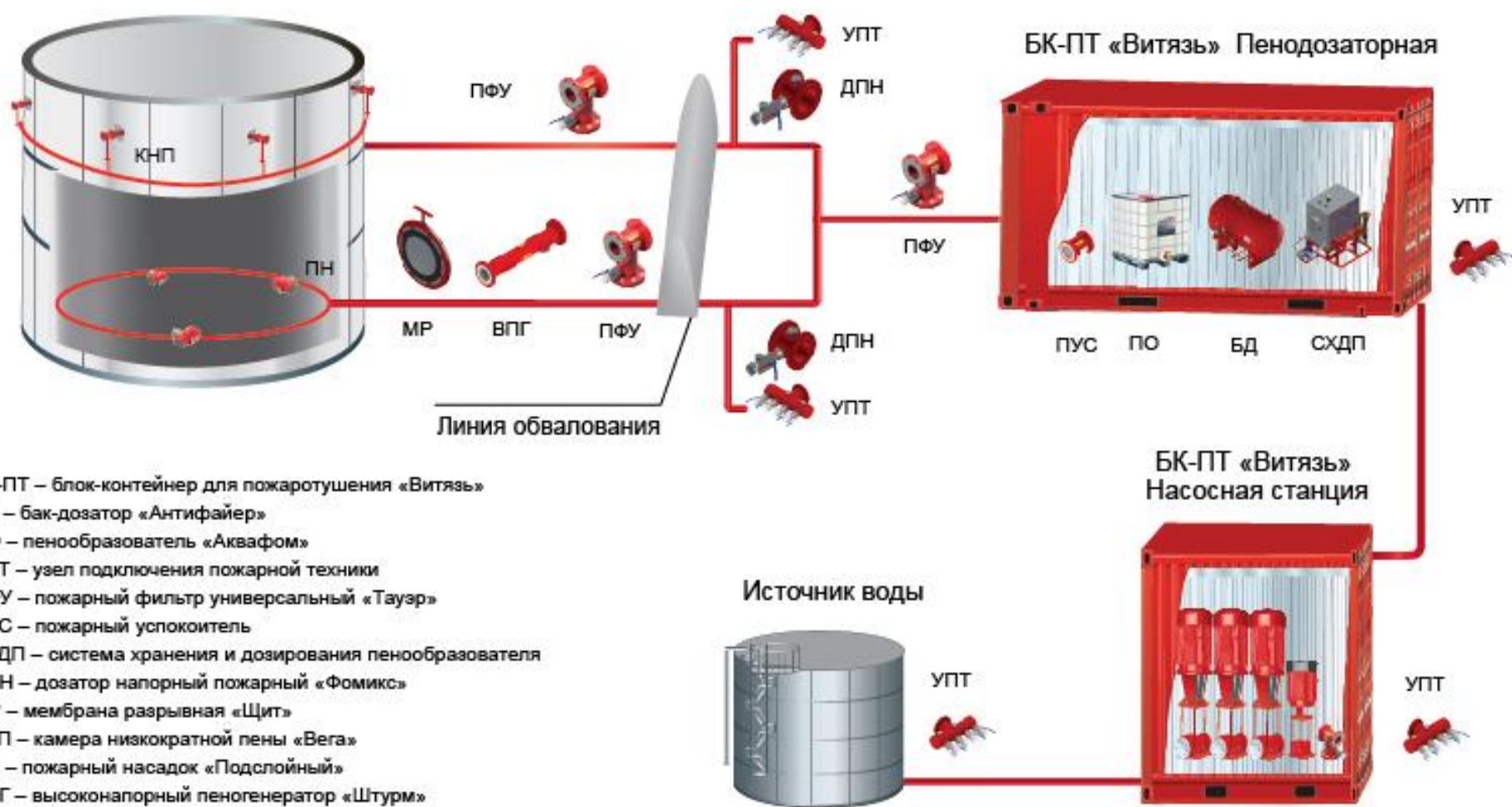
Также широко применяются порошковые системы (рисунок 14). Данная система направлена на решение следующих задач:

- минимизация температуры места возгорания;
- выделение инертного газа;
- предотвращение горения;
- формирование мелкодисперсной смеси, способствующей перекрытию кислорода огню с дальнейшей активацией ингибиторов, способствующих подавлению реакции горения.



Рисунок 14 – Система порошковых АПС

Так, на рисунке 15 представлена система пенного пожаротушения, используемая в ПАО «Сургутнефтегаз».



- БК-ПТ – блок-контейнер для пожаротушения «Витязь»
- БД – бак-дозатор «Антифайер»
- ПО – пенообразователь «Аквафом»
- УПТ – узел подключения пожарной техники
- ПФУ – пожарный фильтр универсальный «Тауэр»
- ПУС – пожарный успокоитель
- СХДП – система хранения и дозирования пенообразователя
- ДПН – дозатор напорный пожарный «Фомикс»
- МР – мембрана разрывная «Щит»
- КНП – камера низкократной пены «Вега»
- ПН – пожарный насадок «Подслойный»
- ВПГ – высоконапорный пеногенератор «Штурм»

Рисунок 15 - Система пенного пожаротушения, используемая в ПАО «Сургутнефтегаз»

Еще одним элементом противопожарной защиты, нашедшей широкое распространение и регламентированной техническими регламентами в ПАО «Сургутнефтегаз», выступает противодымная вентиляция. Данная система применима именно в административных зданиях исследуемого предприятия.

Данные системы проектируются во всех строящихся объектах в европейских странах. Принцип действия данной системы представлен на рисунке 16.

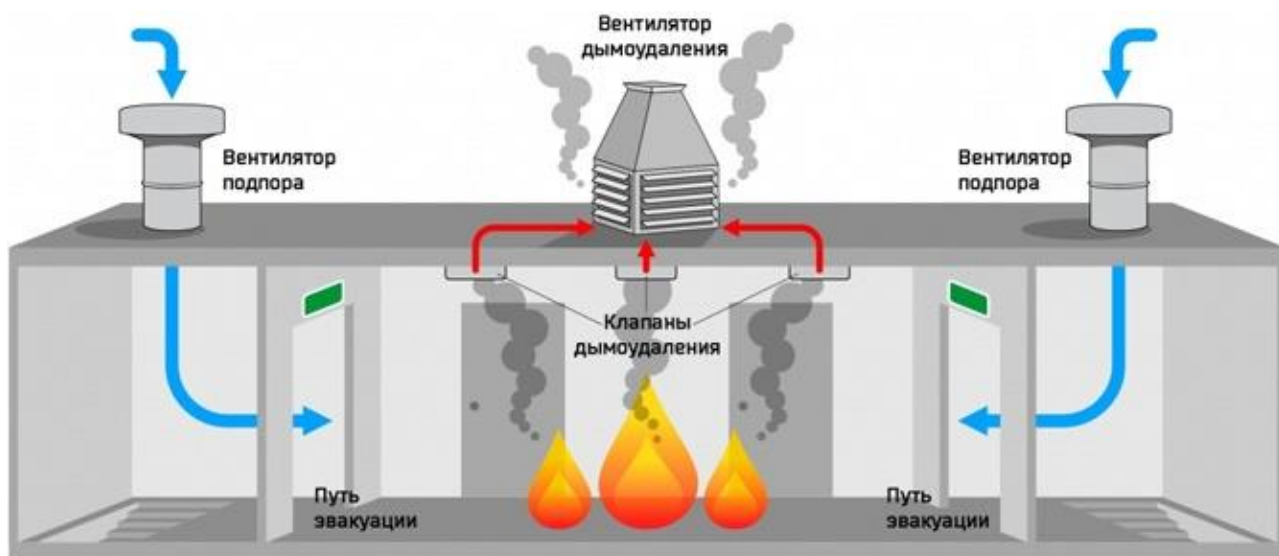


Рисунок 16 – Схема дымоудаления

Особенностью данной системы является то, что она:

- предотвращает распространение дыма;
- способствует повышению эффективности эвакуации людей благодаря очистке путей эвакуации;
- благодаря минимизации задымления обеспечивает более комфортные условия работы служб пожаротушения и спасения;
- минимизация температуры места возгорания.

Помимо перечисленного, важным компонентом в обеспечении пожарной безопасности выступает система оповещения.

Исследуя оснащенность средствами пожарной защиты компрессорного цеха необходимо отметить, что они оснащены стационарными системами порошкового вида, это связано с тем, что применение системам тушения водного вида недопустимо для электрооборудования, находящегося под напряжением и наличия горючих жидкостей. Также важно отметить, что большая часть выделяемого тепла тратится именно на нагревание порошка, вследствие чего температура падает.

Для того чтобы локализовать и ликвидировать малые возгорания на территории всех зданий и технологических установок размещаются первичные средства тушения, которые включают следующий список:

- песок в ящике,
- лопата и ведро,
- огнетушители,
- накидки,
- полотна и т.д.

Также важно отметить, что ПАО «Сургутнефтегаз» имеет собственный небольшой парк пожарной техники, благодаря которому предприятие может оперативно реагировать на возгорание.

Также важным элементом системы противопожарной защиты ПАО «Сургутнефтегаз» выступают мероприятия по управлению эвакуацией. А именно, во всех помещениях массового скопления людей, в том числе и в офисных зданиях располагаются схему эвакуации с подробной расшифровкой плана действия. При этом, важным также выступает и реализуемые мероприятия, направленные на вывод людей из задымленного помещения.

Так, исследуя мероприятия по управлению эвакуацией, стоит отметить, что основные факторы, оказывающие влияние на время начала эвакуации вызваны не только используемой неэффективной системой оповещения, но и несогласованностью и отсутствием нормативно-закрепленных действий

сотрудников, ответственных за эвакуацию в случаи возникновения пожара на объектах защиты.

Данные факторы также включают:

- недостаточную осведомленность посетителей о наличии путей движения в случаи возникновения пожара. А именно, те входы, которые не используются сотрудниками с большой вероятностью не будут ими использованы и в случаи пожара;
- неэффективное поведение персонала. А именно, как правило, персонал занят не эвакуацией, а оценкой ситуации – поиском признака возгорания, места возникновения возгорания и т.д.;
- отсутствует четкое разграничение ролей в процессе эвакуации, также не определены роли лиц, принимающие решения относительно начала и окончания эвакуационных мероприятий в случаи возникновения пожара.



### 3 Расчет систем водяного орошения резервуаров

Для того чтобы произвести расчет систем водяного орошения резервуаров примем следующие исходные данные:

- номинальный объем резервуара - РВС - 5000;
- диаметр резервуара – 22,8 м;
- высота стенки резервуара – 11,94 м;
- количество секций системы водяного охлаждения резервуара – 2.

Нормативный показатель интенсивности орошения выбирается в соответствии с конструктивными особенностями выбранного резервуара, а именно его высотой. Соответственно, для резервуара РВС – 5000  $I = \frac{0,5 \text{ л}}{\text{с} \cdot \text{м}}$

Произведем расчет длины окружности выбранного РВС – 5000, используя формулу:

$$L = 2 * \pi * \frac{d}{2} \quad (7)$$
$$L = 2 * 3,14 * \frac{22,8}{2} = 71,592 \text{ м}$$

где L -

Произведем расчет показателя расхода воды при орошении резервуара РВС – 5000:

$$Q = I * L \quad (8)$$
$$Q = 0,5 * 71,592 = 35,796 \text{ л/с}$$

В соответствии с представленными расчетами для выбранного резервуара потребуется не менее 35,796 л/с воды, что является достаточно высоким показателем.

#### 4 Расчет требуемого расхода воды на орошение

Также важно при расчете расхода воды на орошение найти:

- показатель расхода как на одну секцию;
- показатель расхода воды на одно отверстие;
- показатель потери напора.

Представим расчёты данных показателей.

Как было представлено в главе 3: количество секций системы водяного охлаждения резервуара – 2, что соответствует схеме, представленной на плакате.

Найдем показатель расхода как на одну секцию при использовании водяного орошения резервуара РВС – 5000:

$$Q_{\text{секц}} = Q/n \quad (9)$$

где  $Q$  – значение показателя расхода воды при орошении резервуара РВС – 5000;

$n$  – заданное число секций, шт.

Подставляя значения, получим:

$$Q_{\text{секц}} = \frac{35,796}{2} = 17,898 \text{ л/с} \quad (10)$$

Произведем расчет необходимой площади сечения отверстий в соответствии с формулой:

$$\omega = \frac{\pi * d_{\text{отв}}^2}{4} \quad (11)$$

где  $d_{\text{отв}}$  – значение показателя диаметра отверстия, которое выбирается в зависимости от заданного расположения резервуаров на объекте. Так, для расчетов выбираем  $d_{\text{отв}} = 4$  мм

Подставляя значения, получим:

$$\omega = \frac{3,1416 * 0,004^2}{4} = 0,00001256 \text{ м}^2 \quad (12)$$

Произведем расчет показатель расхода воды на одно отверстие, используя следующую формулу:

$$Q_0 = 1000 * \mu * \omega * \sqrt{2 * g * H} \quad (13)$$

где  $\mu$  – значение коэффициента расхода воды, принимаем  $\mu = 0,62$ ;

$\omega$  - площадь сечения одного отверстия, мм<sup>2</sup>;

$H$  – значение показателя давления на входе удаленного отверстия, принимаем  $H = 10$  м

Подставляя значения, получим:

$$Q_0 = 1000 * 0,62 * 0,00001256 * \sqrt{2 * 9,8 * 10} = 0,1090208 \text{ л/с}$$

Также необходимо вычислить общее количество отверстий в секции, которые должны быть равномерно распределены по длине всей секции. Найдем данное значение, используя следующую формулу:

$$N_{\text{отв}} = \frac{Q_{\text{секц}}}{Q_0} \quad (14)$$
$$N_{\text{отв}} = \frac{17,898}{0,1090208} = 164 \text{ секции}$$

Найдем длину секции:

$$L_{\text{секц}} = L/2 \quad (15)$$
$$L_{\text{секц}} = \frac{71,592}{2} = 35,796 \text{ м}$$

Заключительным этапом произведем расчет потери напора, в соответствии с формулой:

$$h = A * L_{\text{секц}} * \left( Q_{\text{секц}}^2 - Q_{\text{секц}} * Q_0 + \frac{Q_0^2}{3} \right) \quad (16)$$

где  $A$  - расчетное значение удельного сопротивления для стальных и чугунных труб, выбираем  $A = 0,00003065 \text{ м}$

Подставляя значения, получим:

$$h = 0,00003065 * 35,796 * \left( 17,898^2 - 17,898 * 0,1090208 + \frac{0,1090208^2}{3} \right)$$
$$h = 0,35 \text{ м}$$

Напор, который необходимо обеспечить на уровне перфорированного кольца орошения в месте присоединения питающего водопровода:

$$H_{\text{в.охл}} = h + H \quad (17)$$

Подставляя значения, получим:

$$H_{\text{в.охл}} = 0,35 + 10 = 10,35 \text{ м}$$

В заключение проведенных расчетов следует отметить, что в системе водяного орошения подача воды осуществляется на всю поверхность резервуара. Охлаждение резервуаров путем водяного орошения является первоочередной задачей в случае пожара.

## **5 Сравнительный анализ систем противопожарной защиты объекта защиты**

Для того чтобы провести сравнительный анализ систем противопожарной защиты объекта защиты важно отметить, что все они являются взаимоопыляемыми. А именно, в соответствии с действующим законодательством водяное и пенное пожаротушения выступают основными способами пожаротушения в данной области.

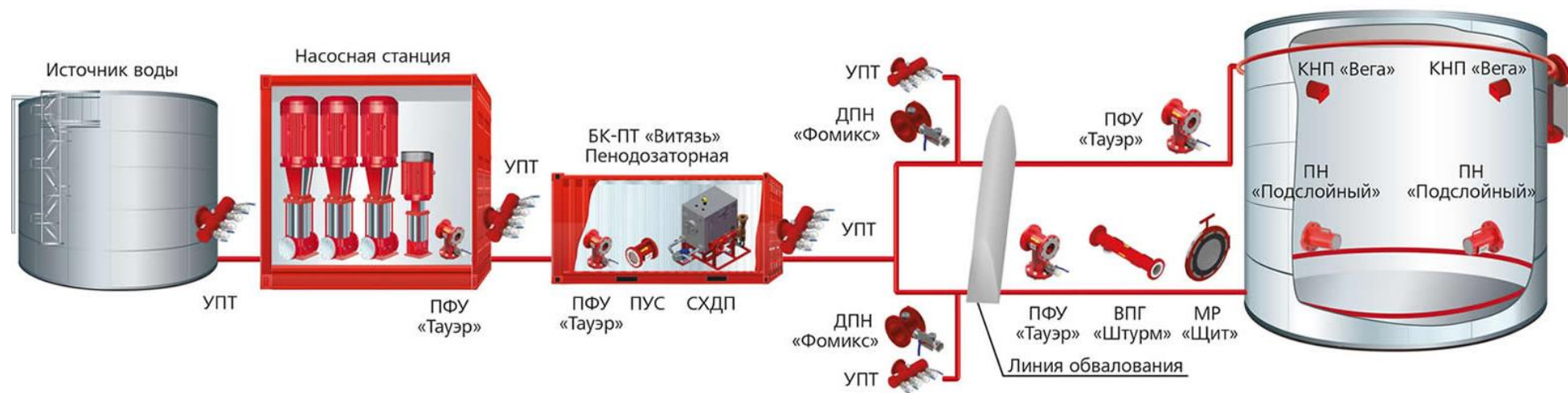
Комплексная схема пожаротушения, используемая в ПАО «Сургутнефтегаз» представлена на рисунке 17.

Так, несмотря на то, при возникновении пожара стенки резервуара способны нагреться до  $700^{\circ}\text{C}$ , именно пенное тушение с низкой кратностью обеспечивает охлаждение стенок резервуара, периметр должен охлаждаться исключительно кольцом орошения. Это связано с высокой вероятностью повторного возгорания, причиной которого может являться самовоспламенение горючей жидкости от высокой температуры самого резервуара.

Важно отметить, что в процессе проектирования и внедрения всех резервуарных станций ПАО «Сургутнефтегаз» уделяет особое внимание именно качественному оборудованию водяного охлаждения резервуарного парка.

Соответственно, сравнение водяного и пенного тушения резервуаров является некорректным.

При этом отметим, что ПАО «Сургутнефтегаз» имеет несколько резервуарных станций в различных городах России, при этом в некоторых из них используется низкократная пена, а в некоторых из них используется средnekратная пена для обеспечения пожарной безопасности на объектах. Представим сравнительный анализ именно данных направлений.



УПТ – Узел подключения пожарной техники  
 ПФУ – Пожарный фильтр универсальный «Тауэр»  
 ПУС – Пожарный успокоитель  
 СХДП – Система хранения и дозирования пенообразователя  
 ДПН – Дозатор напорный пожарный «Фомикс»

МР – Мембрана разрывная «Щит»  
 КНП – Камера низкократной пены «Вега»  
 ПН – пожарный насадок «Подслойный»  
 ВПГ – Высоконапорный пеногенератор «Штурм»  
 БК-ПТ – Блок-контейнер для пожаротушения «Витязь»

Рисунок 17 - Комплексная схема пожаротушения, используемая в ПАО «Сургутнефтегаз»

Так, всего существует три вида пен:

- пены низкой кратности – кратность пены от 4 до 20 (получают стволами СВП, пеносливными устройствами);
- пены средней кратности – кратность пены от 21 до 200 (получают генераторами ГПС);
- пены высокой кратности – кратность пены более 200 (получают путем принудительного нагнетания воздуха).

На основании действующего законодательства, для осуществления тушения сжиженных углеводородных газов может быть использована как пена низкой кратности, так и средней кратности. При этом существует и главное отличительное качество: использование пены низкой кратности возможно как при тушении «в слой», так и для подачи пены сверху, в свою очередь, использование среднекратной пены допустимо только для подачи сверху. Помимо этого, пены низкой кратности характеризуются следующими достоинствами в сравнении с среднекратной пеной:

- универсальность использования;
- высокая эффективность применения;
- благодаря использованию метода мягкой подачи не только предотвращается возможность смешивания с горючим, но и охлаждаются стенки резервуара.

Соответственно, для того чтобы обеспечить более эффективную систему пожарной безопасности и минимизировать возможные негативные последствия, рекомендуется на всех объектах ПАО «Сургутнефтегаз» использовать именно пену низкой кратности.

## **6 Охрана труда на предприятии**

Оценку экологической и пожарной безопасности на предприятии рассмотрим на примере первого ПАО «Сургутнефтегаз».

Экологическая безопасность – это состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий. Разработка мероприятий по защите окружающей среды осуществляется на основании экологической экспертизы [3].

Экологической экспертизой считают оценки воздействия объекта на природную среду.

Основной целью экологической экспертизы является предупреждение возможного вредного влияния последствий хозяйственной деятельности человека на состояние природной среды и здоровья людей. Основные виды воздействия вредных факторов на окружающую среду учитывают в экологических паспортах предприятий.

Для обеспечения экологической безопасности на данном предприятии предприняты меры для предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду.

Очистка промышленных сточных вод до норм осуществляется за счет подбора оптимальной технологии очистки, высокоэффективного инженерного экологического оборудования, фильтрующих элементов и химических реагентов.

Соответственно, предприятием особое внимание уделяется именно охране окружающей среды, основной целью которого является реализация мер, направленных на то, чтобы минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

Следует отметить, что в процессе своей деятельности ПАО «Сургутнефтегаз» руководствуется основными нормативно-правовыми актам



и в области природоохраны Российской Федерации. Также на предприятии осуществляется разработка и реализация различных природоохранных мероприятий, основной целью которых выступает рациональное использование водных ресурсов и охрана водных объектов.

Так, в 2005 году на предприятии была введена система экологического менеджмента, которая имеет сертификат в соответствии с международным стандартом ИСО 14001.

Следует отметить, что за эффективный и качественный подход к экологической безопасности ПАО «Сургутнефтегаз» неоднократно получало дипломы и грамоты.

Также в ПАО «Сургутнефтегаз» была разработана эффективная экологическая программа, которая отличается высокой эффективностью.

Одним из разделов стратегической программы развития ПАО «Сургутнефтегаз» выступает устойчивое развитие предприятия, при динамичном экономическом росте и максимально рациональном использовании природных ресурсов и сохранении благоприятной окружающей среды для будущих поколений, путем минимизации негативного техногенного воздействия на природную среду.

Также важным выступает рассмотрение основных целей экологической политики ПАО «Сургутнефтегаз», представленные на рисунке 18.



Рисунок 18 – Основные составляющие цели экологической политики ПАО «Сургутнефтегаз»

Также, проводя анализ экологической безопасности ПАО «Сургутнефтегаз» следует отметить, что предприятие проводит силами специализированной аккредитованной организации мониторинг окружающей среды.

Важно отметить, что для того чтобы достичь указанные цели экологической политики ПАО «Сургутнефтегаз», предприятие принимают на себя ряд определенных обязательств – рисунок 19.

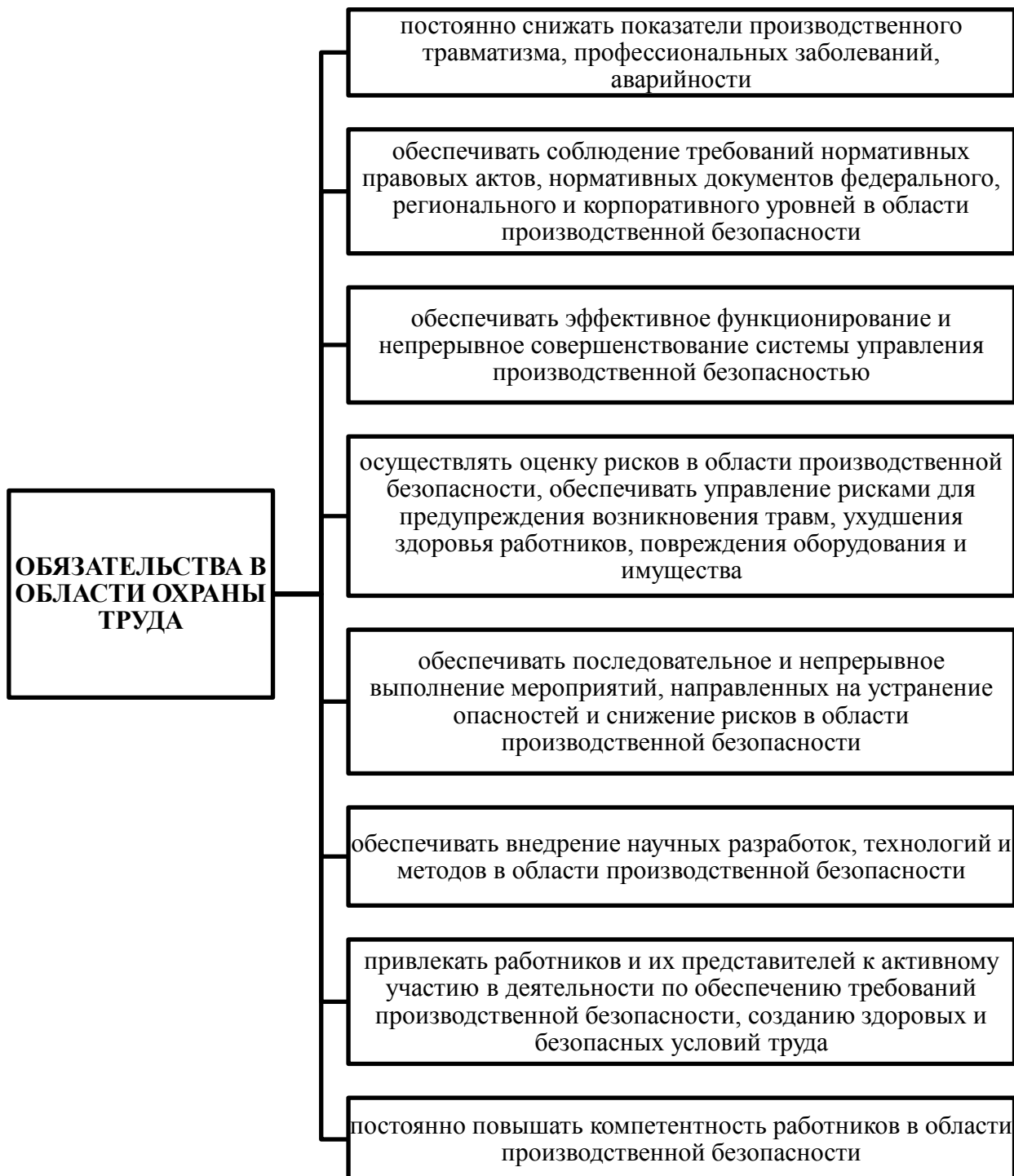


Рисунок 19 - Обязательства ПАО «Сургутнефтегаз» в области обеспечения охраны труда

Следует отметить, что в ПАО «Сургутнефтегаз» заключен договор с санитарно-промышленной лабораторией, которая реализует производственный и экологический контроль.

Также на исследуемом предприятии особое внимание уделяется работе в области охраны труда. Так, ежегодной планируется определенные мероприятия в области охраны труда и в бюджет закладываются определённые суммы на их реализацию.

Так, на рисунке 20 представим сведения об объеме реализуемых мероприятий в области охраны труда.

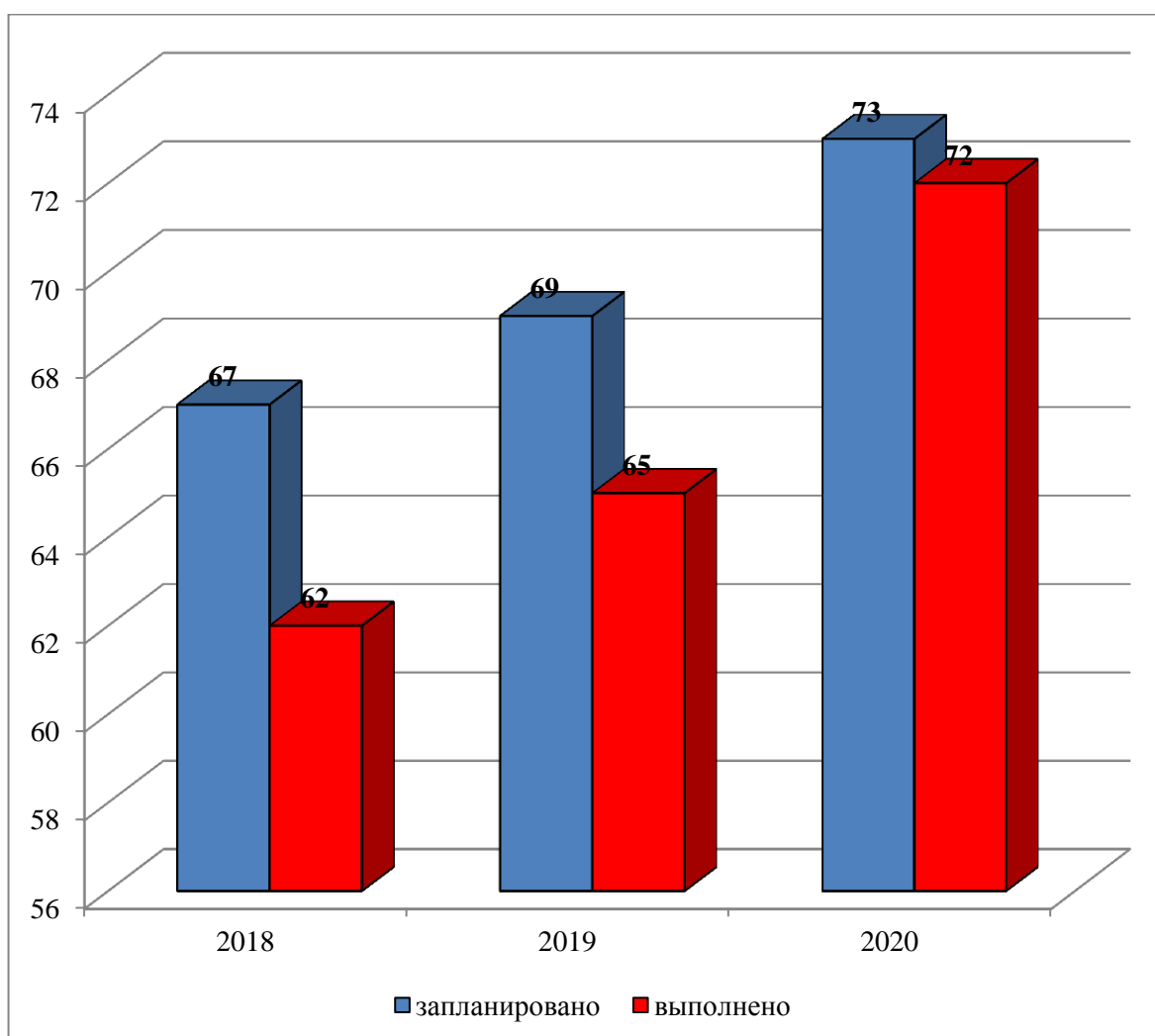


Рисунок 20 - Сведения об объеме реализуемых мероприятий в области охраны труда ПАО «Сургутнефтегаз» в 2018-2020 гг.

Работникам Общества, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, связанных с загрязнением бесплатно, в соответствии с утвержденными Генеральным директором ПАО и согласованными с профсоюзным комитетом «Списками специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, подлежащей выдаче работникам подразделений» выдаются сертифицированные средства индивидуальной защиты.

Службой охраны труда осуществляется контроль за своевременностью обеспечения спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с Типовыми отраслевыми нормами. В 2018-2020 гг. случаев с перебоями в обеспечении спецодеждой и спецобувью не было.

Согласно «Правилам финансирования предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников и санаторно-курортного лечения работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными производственными факторами», в ПАО «Сургутнефтегаз» ежегодно разрабатывается План финансового обеспечения предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний. В 2020 году из Фонда социального страхования Обществу возмещено 5 789 358 р., средства направлены на обеспечение работников средствами индивидуальной защиты (782 комплекта спецодежды и 3 334 пары обуви).

Возможными причинами возникновения пожара во время выполнения работы являются:

- короткое замыкание, вызванное повреждениями электроизоляции оборудования;
- превышение нагрузки электрооборудования, что приводит к нагреву и возгоранию электропроводки;
- несоблюдение правил пожарной безопасности.

Для обеспечения пожарной безопасности на предприятии применяются следующие мероприятия:

- к самостоятельной работе допускаются лица, прошедшие противопожарный инструктаж;
- для ограничения распространения огня в случае пожара в помещении используются противопожарные преграды – стены, двери и перекрытия, которые не возгораются;
- вентиляционная система изготовлена из огнестойкого и термостойкого материала;
- в случае возникновения чрезвычайной ситуации используется воздушный аппарат МПА, который предназначен для защиты органов дыхания и зрения от воздействия высокотоксичной газовой среды во время выполнения технических и спасательных работ, а также для непродолжительных работ при учете запорного оборудования, ликвидации утечки газа.
- для обеспечения пожарной безопасности используются установки для тушения пожаров.

В помещении есть автоматическая пожарная сигнализация с тепловыми датчиками, расположенными на потолке.

Для защиты от возгорания приборы оснащены плавкими предохранителями.

Для угнетения очагов пожара в специальном помещении, огнетушители типа, ящики с песком, плотная материя для изоляции кислорода.

Также предусмотрен внутренний противопожарный водопровод.

Для защиты электропроводки от механических разрушений применяется ее скрытое исполнение, вследствие которого она менее подвержена воздействию агрессивной среды.

Места прокладки кабелей надежно футерованы, кабели имеют цельную оболочку и броню.

Применяются подземные кабельные линии. Для защиты от прямых ударов молнии, здание оснащено громоотводом стержневого типа. Защита от вторичных действий молнии осуществляется заземлением всей металлической аппаратуры внутри и вне здания. Трубопроводы также заземлены.

Над тепловым оборудованием установлены местные вентиляционные отсосы.

В цехе имеется также приточно-вытяжная вентиляция, канализация, центральное холодное и горячее водоснабжение, отопление.

Рабочие места в горячем цехе оснащены инструкциями и плакатами по правилам эксплуатации оборудования и технике безопасности.

В цехе санитарно – гигиенические условия труда (освещение, температура, относительная влажность, уровень шума) соответствуют нормативным данным.

Расстояние между тепловым оборудованием составляет 1,6м, фронт работы у оборудования составляет не менее 0,7 м. односторонний фронт работы у оборудования – 0,7 м, при двустороннем фронте работы предусматривается расстояние между оборудованием 1,5 м, при дополнительном проходе – 2,5 м. Расстояние оборудования от стены составляет не менее 50 мм.

Важным показателем безопасности предприятия выступает показатель производственного травматизма. Для этого представим на рисунке 21 количество несчастных случаев в период 2017-2020 гг.

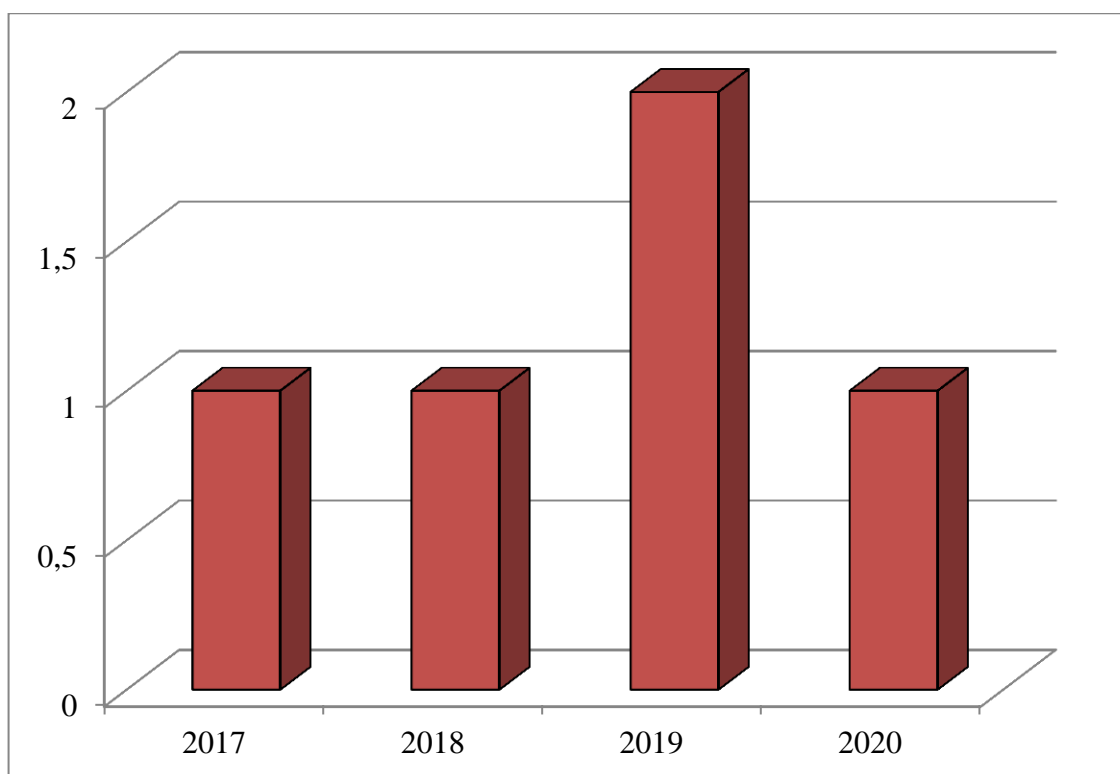


Рисунок 21 - Количество несчастных случаев в период 2017-2020 гг. в ПАО «Сургутнефтегаз»

Несчастные случаи со смертельным исходом отсутствуют.

Все несчастные случаи расследуются в соответствии с требованиями законодательства по охране труда. Определяются виновные лица, разрабатываются мероприятия по устранению выявленных комиссиями нарушений. В соответствии с Федеральным Законом «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [5], все работники ПАО «Сургутнефтегаз», выполняющие работу на основании трудового договора (контракта) застрахованы от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Страховые взносы перечисляются в установленном порядке и в определенные сроки. Во исполнение требований ст.212 Трудового Кодекса РФ [1], ст.9 Федерального закона от 28.12.2013 г. №426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» [5], приказа по ПАО №1457 от 13.01.2020 г. в Обществе ведется работа по проведению специальной оценке условий труда



с привлечением организаций, соответствующих требованиям состоящих в реестре аккредитованных организаций, проводящих оценку условий труда.

Общая численность рабочих мест в ПАО «Сургутнефтегаз» – 4259 (по состоянию на конец 2020 г.). Количество рабочих мест, на которых проведена оценка условий труда (аттестация) с классами условий труда – 4149:

- класс 2 – 2073 рабочих мест,
- класс 3 – 2076 рабочее место,
- класс 4 – отсутствуют.

По остальным рабочим местам не истекли сроки действия аттестации рабочих мест по условиям труда.

Информация о состоянии охраны труда доводится до сведения работников

- на совещаниях по итогам работы ПАО по охране труда и промышленной безопасности, проводимых периодически под руководством главного инженера ПАО;
- на оперативных ежедневных селекторных совещаниях;
- в приказах и распоряжениях;
- через заводскую многотиражную газету.

ПАО «Сургутнефтегаз» обязуется системно и комплексно формировать и поддерживать в работоспособном состоянии процессы и процедуры системы управления промышленной безопасностью и постоянно улучшать систему управления промышленной безопасностью с целью минимизации рисков нанесения вреда жизни и здоровью работников.

Приоритетной целью ПАО «Сургутнефтегаз» в области промышленной безопасности является обеспечение состояния защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий и инцидентов на опасных производственных объектах, а также их последствий.

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

Для эффективного управления экологическими рисками, обеспечения соблюдения принципов Экологической политики с 2017 года функционирует Экологический совет ПАО «Сургутнефтегаз», в состав которого входят топ-менеджеры Компании. Экологический совет координирует вопросы деятельности Сургутнефтегаза в области охраны окружающей среды и природопользования, решение которых имеет принципиальное значение.

ПАО «Сургутнефтегаз» на протяжении всей своей деятельности осуществляет непрерывный контроль за состоянием и модернизацией объектов, применяет современные природоохранные технологии для достижения наибольшей эффективности, безопасности и надежности производства, недопущения аварийных ситуаций.

При рассмотрении мер ПАО «Сургутнефтегаз» в области организации охраны окружающей среды и экологической безопасности важно отметить, что исследуемое предприятие ежегодно не только тратит огромные средства для защиты окружающей среды, но и осуществляет постоянный мониторинг актуальных методов и инструментов защиты.

Так, именно экологическая безопасность является одной из ключевых задачи исследуемого предприятия.

На рисунке 22 представим перечень мер экологической безопасности ПАО «Сургутнефтегаз».

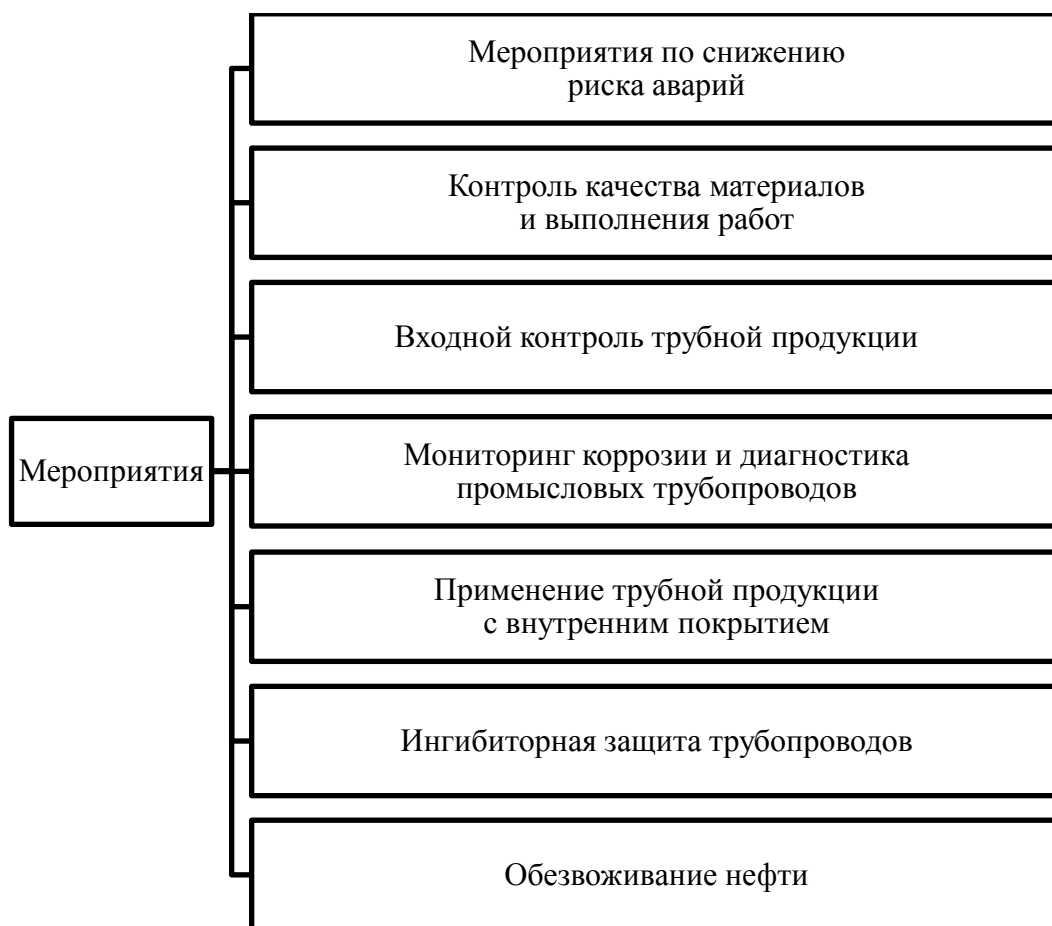


Рисунок 22 - Перечень мер экологической безопасности ПАО «Сургутнефтегаз»

ПАО «Сургутнефтегаз» поставлены на учет все объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду (ОНВОС). Функционируют 95 объектов нефтедобычи, 1 объект по переработке нефти и 22 объекта по обращению с отходами, отнесенных к I категории ОНВОС. Применяемые на этих объектах Компании технологии входят в число наилучших доступных технологий (НДТ), включенных в информационно-технические справочники

Рассмотрим некоторые из указанных на рисунке 7.1 направлений деятельности.

Наглядно основные методы обеспечения экологической безопасности трубопроводной системы ПАО «Сургутнефтегаз» представлены на рисунке 23.

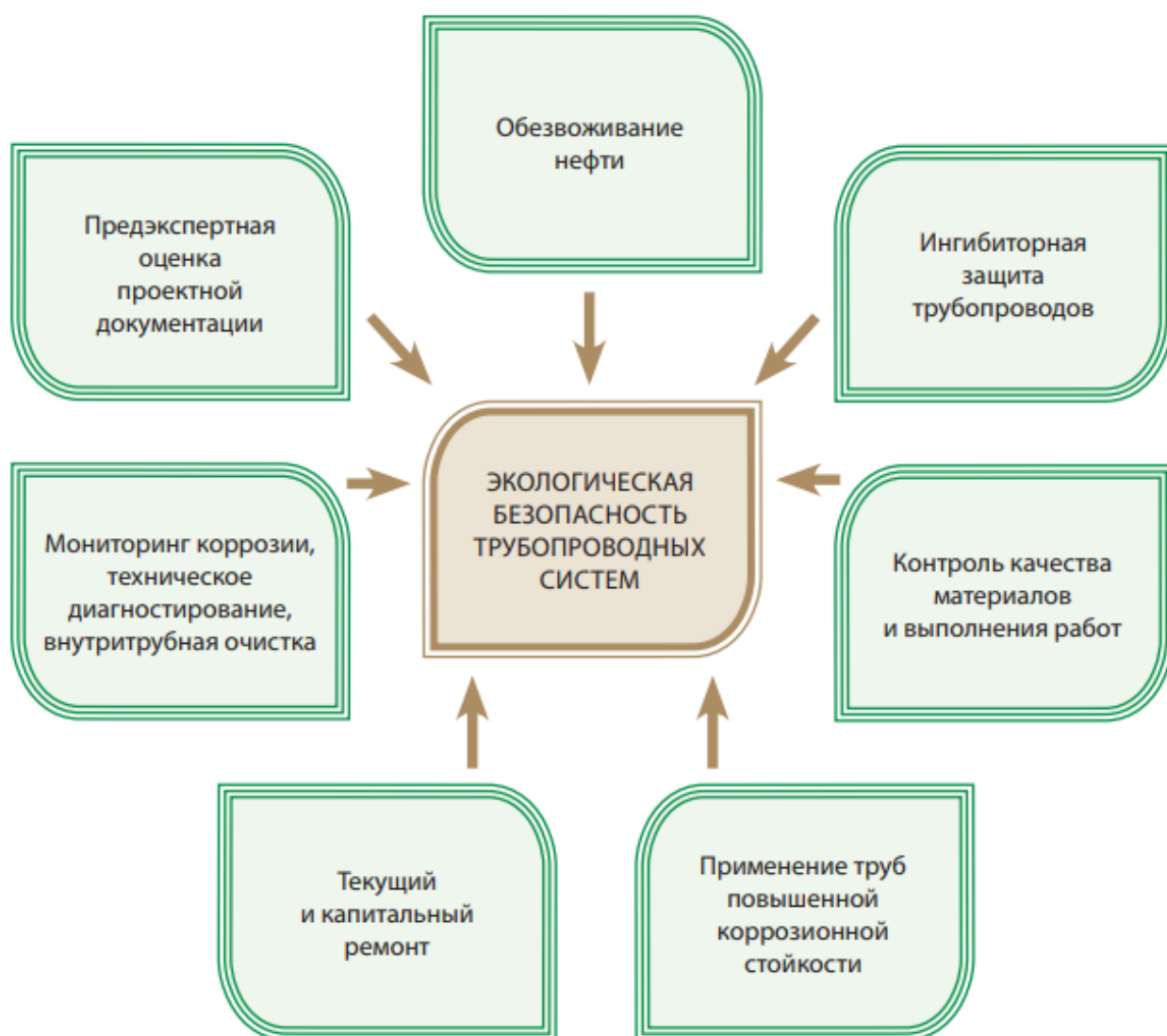


Рисунок 23 - Основные методы обеспечения экологической безопасности трубопроводной системы ПАО «Сургутнефтегаз»

Рассматривая направление в области контроля качества коррозии и диагностики промышленных трубопроводов ПАО «Сургутнефтегаз» важно отметить, что работа в данном направлении реализуется специализированными производственными лабораториями, имеющими лицензию и с которыми у ПАО «Сургутнефтегаз» заключен договор. Данные лаборатории осуществляют следующие мероприятия:

- комплексная внутритрубная диагностика систем сжиженных углеводородных газов;

- комплексный контроль качества сварных соединений при строительстве,
- комплексный контроль проникающими веществами и тепловым методом.

Важно отметить, что именно в 2020 году в ПАО «Сургутнефтегаз» был достигнут максимальный показатель очистки трубопроводов, о чем свидетельствуют данные, представленные на рисунке 24.

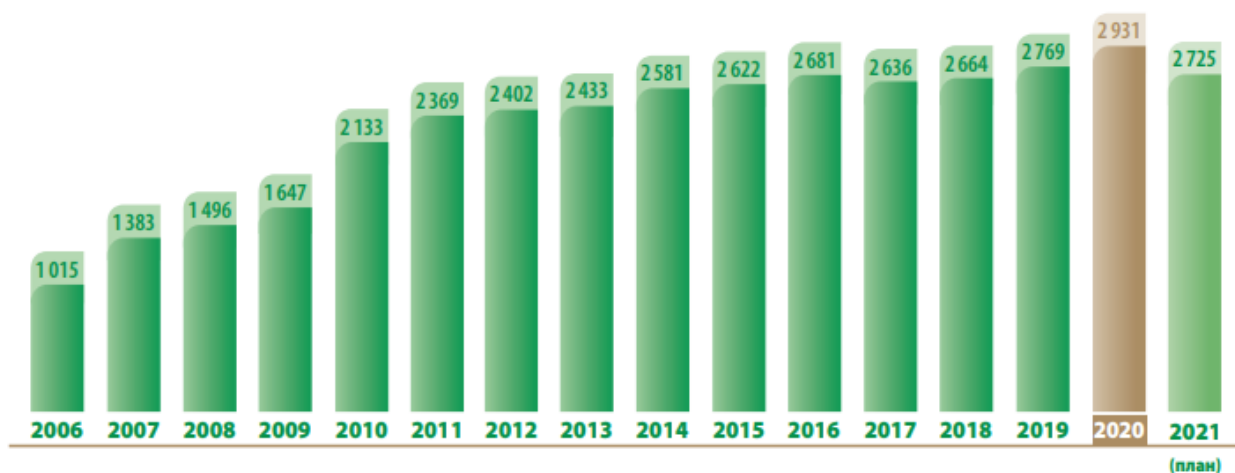


Рисунок 24 - Показатель очистки трубопроводов в ПАО «Сургутнефтегаз»

Для того чтобы минимизировать негативное влияние на водные ресурсы, ПАО «Сургутнефтегаз» не только осуществляет строгий контроль объема потребления водных ресурсов, сохраняя его на минимальном уровне, но и направляет достаточно крупные денежные ресурсы на строительство водоохраных объектов.

Объем инвестиционных вложений на строительство водоохраных объектов представлено на рисунке 25.

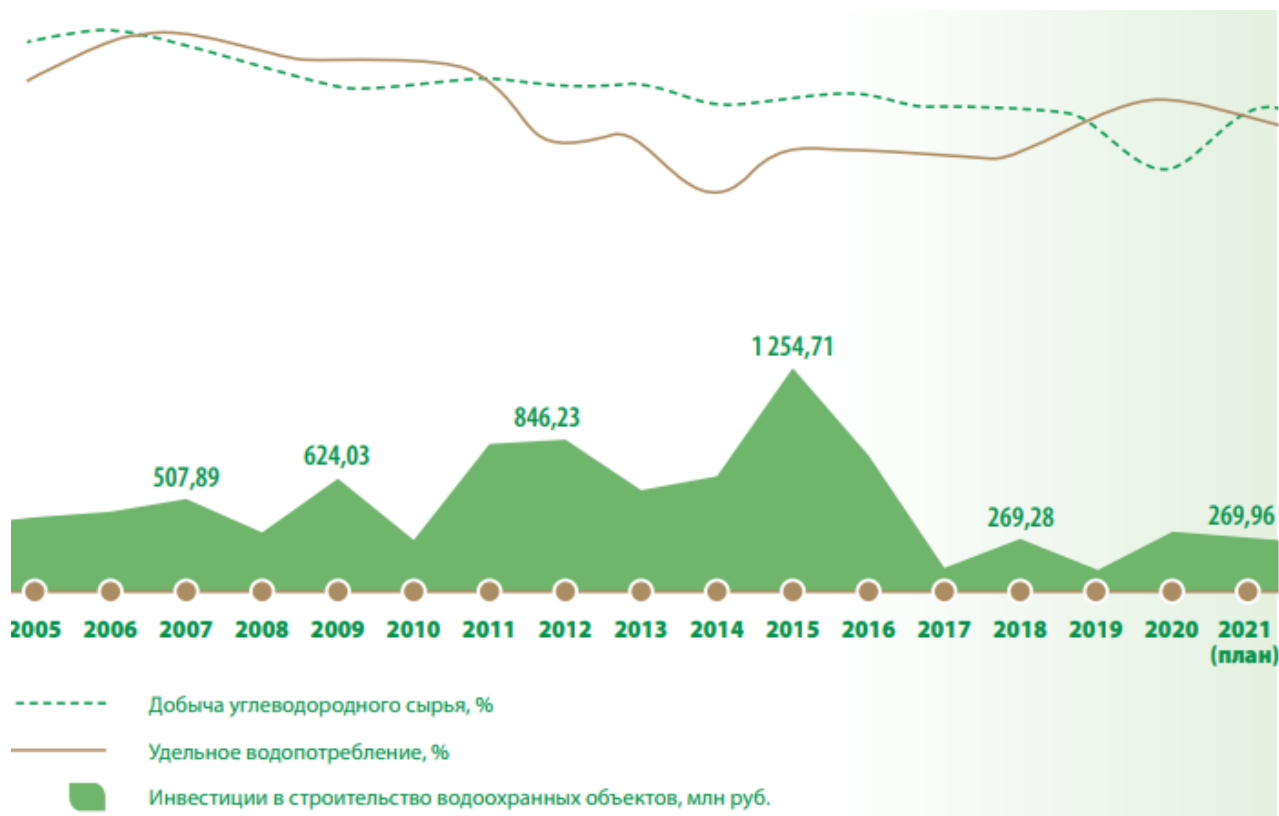


Рисунок 25 – Сравнение объема инвестиций на строительство водоохраных объектов через призму объема добычи углеводородов

Помимо этого ПАО «Сургутнефтегаз» постоянно осуществляют контроль технического состояния объектов сжиженных углеводородных газов и оперативно, в случае необходимости, осуществляют реконструкционные мероприятия. Так, например, за 2020 год исследуемым предприятием было реконструировано 26 дренажных системы.

При обращении с отходами производства и потребления ПАО «Сургутнефтегаз» стремится к снижению их количества и степени опасности для окружающей среды. Компания проектирует и строит производственные объекты, разрабатывает и внедряет инновационные технологии, позволяющие заниматься обезвреживанием отходов, их переработкой и утилизацией.

Так, показатель обращения с отходами ПАО «Сургутнефтегаз» представлен на рисунке 26.



Рисунок 26 - Показатель обращения с отходами ПАО «Сургутнефтегаз»

Резюмируя все вышеизложенное отметим, что исследуемое предприятие ПАО «Сургутнефтегаз» уделяет особое внимание экологической составляющей производства. В 2020 году ПАО «Сургутнефтегаз» вошла в рабочую группу Минприроды России по вопросам предпринимательства и сохранения биологического разнообразия. Благодаря долгосрочной стратегической позиции в отношении природоохранной деятельности ПАО «Сургутнефтегаз» создана надежная основа для ведения успешного бизнеса, нацеленного не только на достижение высоких производственных и финансовых показателей, но и на дальнейшее устойчивое развитие регионов присутствия Компании, сбережение природных богатств России, сохранение благоприятной окружающей среды и улучшение качества жизни населения.

## **8 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности**

При рассмотрении основных проблемных направлений нормативно-правового регулирования в российском законодательстве можно выделить основные проблемные направления:

- диспозиция в основных нормативно-правовых актах формулировок в основных понятиях в области пожарной безопасности;
- несоответствие реализуемых организационно-технических мероприятий в области пожарной безопасности.
- Данные проблемы приводят к появлению следующих рисков:
- обязательной сертификации через национальные лаборатории и сертификационные центры;
- некачественному и неэффективному применению в процессе проектирования материальных и финансовых ресурсов предприятия, что приводит к недостаточному вниманию к организации пожарной безопасности на предприятиях нефтегазовой отрасли;
- существенное увеличение объема затрат на страхование имущества на предприятии.

Так, по нашему мнению, целесообразно в Российской Федерации учитывать международный опыт в области технического регулирования организации пожарной безопасности.

Это может быть достигнуто благодаря разработке и внедрению Концепции гармонизации российских и международных нормативных документов в области пожарной безопасности. Именно указанное мероприятие является наиболее приоритетным в связи с тем, что оно позволит не только гармонизировать национальную систему стандартизации,



но и существенно усовершенствовать техническое регулирование в сфере пожарной безопасности в РФ.

Также следует отметить, что особенностью законодательства РФ является то, что российские предприятия самостоятельно решают каким именно образом относиться к защите от возгорания.

Так, в соответствии с действующими на сегодняшний день в Российской Федерации ФЗ «О пожарной безопасности» [4], техническими регламентами, и иными нормативно-правовыми актами.

Именно данным упущением в нормативной базе и пользуются недобросовестные организации, которые желают сэкономить на автоматических системах пожаротушения.

При этом в большинстве зарубежных стран технические регламенты четко регламентируют требования, предъявляемые к автоматическим системам пожаротушения.

Как правило, современные автоматические системы пожаротушения, удовлетворяющие современным международным требованиям, в России устанавливают, как правило, только организации, являющиеся зарубежными представительствами, либо организации, которые ранее столкнулись с неэффективной системой, что привело к возгоранию и, как следствие, к дополнительным убыткам.

Так, проектирование противопожарной системы в соответствии с западными нормативами не только является дорогостоящим, но технически сложным процессом. Но это требования страховых компаний, которые, например, в тех же США исполняют роль Госпожнадзора. Без выполнения требований, скажем, UL/FM филиалы западных конгломератов не смогут рассчитывать на международную страховку или же она обойдется гораздо дороже.

Основные направления совершенствования обеспечения техносферной безопасности, в частности, минимизации пожаров в ПАО «Сургутнефтегаз» представлены на рисунке 27.



Рисунок 27 – Основные направления действия ПАО «Сургутнефтегаз» в области организации техносферной безопасности

Рассмотрим каждое из перечисленных направлений более детально:

Первым направлением выступает анализ и применение инновационных разработок и решений в области обеспечения пожарной безопасности нефтегазовой отрасли, которые в зависимости от климатических и геологических условий региона изыскания ПАО «Сургутнефтегаз» будут эффективны.

Для того чтобы отслеживать инновационные и актуальные разработки в области пожарной безопасности на производственных объектах ПАО «Сургутнефтегаз» создается электронный каталог продукции, в который включают высокоэффективное противопожарное оборудование и технику.

Второе направление - совершенствование нормативной базы. Так, в 2006 году на законодательном уровне был реализован ряд мер, одной из которых выступало наделение ответственности за сохранность имущества частных предприятий на владельцев данных предприятий. Это привело к

тому, что был отменен ряд нормативно-правовых актов, которыми руководствовались хозяйствующие субъекты.

Третье направление - повышение эффективности организационной структуры. Исследуя данное направление более детально важно отметить, что оно обосновано прекращением государственного регулирования и упразднения пожарных частей, в случае если ближе чем 2 км уже находится пожарная часть. Это мероприятие привело к тому, что большая часть предприятий нефтегазовой отрасли сформировали в своей структуре подразделения пожарной охраны и формирование собственного пожарного парка.

Так, наиболее эффективными, по нашему мнению, мероприятиями в области технических инноваций, выступают:

Использование гибких трубопроводов в системах водяного и пенного пожаротушения. Производителями предложены трубопроводы, изготовленные из армированного синтетического каучука.

Благодаря конструктивным особенностям они не подвержены коррозии, устойчивы к воздействию огня и длительное время сохраняют свою конструкцию в сравнении с традиционными трубопроводами.

Также важной характеристикой гибких трубопроводов в системах водяного и пенного пожаротушения выступает то, что в процессе монтажа и ремонта не организуются сварочные работы, что существенно минимизирует возможность травм в процессе ремонта/монтажа и существенно сокращает время проектирования систем пожаротушения на предприятии нефтегазовой отрасли.

Применение теплозащитных экранов "Согда". Данная разработка является инновационной, разработанной российскими специалистами, которые способны снизить тепловой поток более чем в 45 раз. При этом, значение теплового потока под защитной крышкой не превышает 1,5 кВт/м<sup>2</sup><sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> для сравнения: человек без специальной защиты не может выдержать более 2 кВт/м<sup>2</sup>, а при 14 кВт/м<sup>2</sup> загорается пожарный автомобиль, участвующий в тушении такого пожара

Третье направление – направление предложенное в разделе 5 данной выпускной квалификационной работы. А именно, рекомендуется на всех объектах ПАО «Сургутнефтегаз» использовать именно пену низкой кратности.

Также произведем расчёт экономической эффективности данных мероприятий.

Таблица 4 – План мероприятий по обеспечению пожарной безопасности ПАО «Сургутнефтегаз» на 2021 год

Наименование мероприятия	Ответственный за выполнение	Дата (период) выполнения	Примечание (выполнено/не выполнено)
Использование гибких трубопроводов в системах водяного и пенного пожаротушения	Отдел снабжения/главный инженер	1 квартал	Не выполнено
Применение теплозащитных экранов "Согда"	Отдел снабжения/главный инженер	2 квартал	выполнено
Использование пены низкой кратности	Служба пожарной охраны	3-4 квартал	выполнено

Далее произведем расчет экономической эффективности мероприятий.

Таблица 5 – Данные для расчета эффективности природоохранных мероприятий

Наименование показателя	Ед. измер.	Усл. обоз.	Значение показателя	
			1 (до реализации мероприятий)	1 (до реализации мероприятий)
Площадь объекта	м2	Ф	820	
Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов	Руб/м2	Ст	62900	
Стоимость поврежденных частей здания	руб/м2	Ск	48300	
Вероятность возникновения пожара	1/м2 в год	Ј	0,000064	
Площадь пожара на время тушения первичными средствами	м2	Фпож	339	

Продолжение таблицы 5

Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения	м2	F*пож	210	
Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения		F'' пожар	820	
Вероятность тушения пожара первичными средствами	-	p1	0,49	
Вероятность тушения пожара привозными средствами	-	p2	0,69	
Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения	-	p3	0,77	
Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами	-	-	0,61	
Коэффициент, учитывающий косвенные потери	-	к	1,25	
Линейная скорость распространения горения по поверхности	м/мин	вл	1	
Время свободного горения	мин	Всвг	15	
Стоимость автоматических устройств тушения пожара	Руб.	К	0	420000
Норма текущего ремонта	%	Нт.р.	0	0,19
Норма амортизационных отчислений	%	На	0	9
Численность работников обслуживающего персонала	чел.	Ч	843	-
Заработная плата 1 работника	руб/мес	ЗПЛ	32000	-
Суммарный годовой расход огнетушащего вещества	т	W	0	18
Оптовая цена огнетушащего вещества	Руб./т	Ц	0	291
Коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов	-	ктзср	0	0,12
Норма дисконта		НД	0	0,1
Период реализации мероприятия	лет	T	0	4,7

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

$$M(\Pi_1) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) \quad (18)$$

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

$M(P_2)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения;

$M(P_3)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения.

Математическое ожидание годовых от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения

$$M(P_1) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot p_1 \quad (19)$$

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, 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.

$$M(P_1) = 0,000064 \cdot 820 \cdot 62900 \cdot 339 \cdot (1 + 1,25) \cdot 0,49 = 1233737,508$$

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения

$$M(P_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_k) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2 \quad (20)$$

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./ $\text{м}^2$ ;

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

$$M(P_2) = 0,000064 \cdot 820 \cdot (706 \cdot 210 + 48300) \cdot 0,52 \cdot (1 + 1,25) \cdot (1 - 0,49) \cdot 0,69 = 1161489,008$$

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения

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

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

Площадь пожара за время тушения привозными средствами

$$F'_{\text{пож}} = \pi \times (v_{\text{л}} \cdot B_{\text{св}} \cdot r)^2 \quad (21)$$

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

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

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

$$M(\Pi_3) = 0,000064 \cdot 820 \cdot (62900 \cdot 820 + 48300) \cdot (1 + 0,49) \cdot [1 - 0,49 - (1 - 0,49) \cdot 0,69] = 638238,45$$

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

$$M(\Pi_2) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4) \quad (22)$$

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.

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения

Смотри формулу 2.

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}}^* \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_3 \quad (23)$$

где  $F_{\text{пож}}^*$  – площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения, м<sup>2</sup>;

$p_3$  – вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения.

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0.52 \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3] \cdot p_2 \quad (24)$$

$$M(\Pi_3) = 0,000064 * 820 * (62900 * 706,5 + 48300) * 0,52 * (1 + 1,25) * (1 - 0,49 - (1 - 0,49) * 0,77) * 0,69 = 221086,0677$$

Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot \{1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3 - [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} \quad (25)$$

$$M(\Pi_4) = 0,000064 * 820 * (62900 * 820 + 48300) * (1 + 1,25) * (1 - 0,49 - (1 - 0,49) * 0,77 - (1 - 0,49 - (1 - 0,49) * 0,77) * 0,69) = 221670,0663$$

Рассчитать эксплуатационные расходы  $P$  на содержание автоматических систем пожаротушения

$$P = A + C \quad (26)$$

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:



$$C_2 = C_{\text{т.р.}} + C_{\text{с.о.п.}} + C_{\text{о.в.}} \quad (27)$$

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

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

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

Затраты на текущий ремонт:

$$C_{\text{т.р.}} = \frac{K_2 \cdot H_{\text{т.р.}}}{100\%} \quad (28)$$

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

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

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

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала:

$$C_{\text{с.о.п.}} = 12 \cdot Ч \cdot ЗПЛ \quad (29)$$

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

$$C_{\text{с.о.п.}} = 12 \cdot 843 \cdot 32000 = 323712000$$

Затраты на огнетушащее вещество

$$C_{\text{о.в.}} = W \cdot Ц \cdot k_{\text{т.з.с.р.}} \quad (30)$$

где  $W$  – суммарный годовой расход огнетушащего вещества;

$Ц$  – оптовая цена единицы огнетушащего вещества, руб./т;

$k_{\text{т.з.с.р.}}$  – коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов.

$$C_{\text{о.в.}} = 18 \cdot 291 \cdot 0,12 = 628,56$$

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (31)$$

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

$H_a$  – норма амортизации, %.

$$A = \frac{100000 * 10}{100} = 10000$$

Рассчитать чистый дисконтированный поток доходов по каждому году проекта и занести данные в таблицу Денежные потоки

$$I_t = ([M(П1) - M(П2)] - [P_2 - P_1]) \cdot \frac{1}{(1+HД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (32)$$

где  $t$  – год осуществления затрат;

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

$M(П1)$ ,  $M(П2)$  – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

$K1$ ,  $K2$  – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

$P1$ ,  $P2$  – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в  $t$ -м году, руб./год.

Определить интегральный экономический эффект путем суммирования чистых дисконтированных потоков доходов по каждому году проекта из таблицы Денежные потоки

$$И = \sum_{t=0}^T I_t \quad (33)$$

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

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

$$I_1 = 66468,62$$

$$I_2 = 60688,74$$

$$I_3 = 54908,86$$

$$I_4 = 48406,5$$

$$I_5 = 45516,56$$

$$I = 275989,28$$

Таблица 6 - Поток доходов по каждому году

Год осуществления Проекта, Т	М(П1)- М(П2)	С2-С1	$1/(1+НД)^t$	$[М(П1)-М(П2)-(С2-С1)]^*1/(1+НД)^t$	$K_2-K_1$	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (И)
1	72248,5	0,06	0,92	66468,62	100000	-33531,38
2	72248,5	0,06	0,84	60688,74		66468,62
3	72248,5	0,06	0,76	54908,86		54908,86
4	72248,5	0,06	0,67	48406,5		48406,5
5	72248,5	0,06	0,63	45516,56		45516,56

Вывод: В первый год были капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, в следствии чего чистый дисконтированный поток доходов на первом году вложения привел к убытку, но в последующие года компания получила прибыль и покрыли все полученные ранее убытки.

## Заключение

Представим основные выводы работы.

ПАО «Сургутнефтегаз» осуществляет деятельность в области организации поиска, разведки и добычи углеводородного сырья на территории 3-х трех провинциях Российской Федерации, таких как:

- Западно-Сибирская провинция,
- Восточно-Сибирская провинция,
- Тимано-Печорская провинция.

ПАО «Сургутнефтегаз» высокое внимание уделяется инновационным технологиям и техники, выбор которых осуществляется в зависимости от следующих факторов:

- от климатических условий;
- от геологических условий региона изыскания.

В соответствии с действующим законодательством водяное и пенное пожаротушения выступают основными способами пожаротушения в данной области. Важно отметить, что в процессе проектирования и внедрения всех резервуарных станций ПАО «Сургутнефтегаз» уделяет особое внимание именно качественному оборудованию водяного охлаждения резервуарного парка.

Именно охлаждение резервуаров путем водяного орошения является первоочередной задачей в случае пожара. При этом данная система осуществляет орошение водой не только загоревшего резервуара, но и резервуаров, которые находятся рядом с ним.

Устройство водяного орошения в ПАО «Сургутнефтегаз» осуществляется путем устройства подземного кольцевого водопровода с пожарными гидрантами.

Исследуя мероприятия по управлению эвакуацией, стоит отметить, что основные факторы, оказывающие влияние на время начала эвакуации вызваны не только используемой неэффективной системой оповещения, но и несогласованностью и отсутствием нормативно-закрепленных действий

сотрудников, ответственных за эвакуацию. Так, данные факторы также включают:

- недостаточную осведомленность посетителей о наличии путей движения в случае возникновения пожара. А именно, те входы, которые не используются сотрудниками с большой вероятностью не будут ими использованы и в случае пожара;
- неэффективное поведение персонала. А именно, как правило, персонал занят не эвакуацией, а оценкой ситуации – поиском признака возгорания, места возникновения возгорания и т.д.;
- отсутствует четкое разграничение ролей в процессе эвакуации, также не определены роли лиц, принимающие решения относительно начала и окончания эвакуационных мероприятий.

Помимо этого на основании действующего законодательства, для осуществления тушения сжиженных углеводородных газов может быть использована как пена низкой кратности, так и средней кратности. При этом существует и главное отличительное качество: использование пены низкой кратности возможно как при тушении «в слой», так и для подачи пены сверху, в свою очередь, использование среднекратной пены допустимо только для подачи сверху. Помимо этого, пены низкой кратности характеризуются следующими достоинствами в сравнении с среднекратной пеной:

- универсальность использования;
- высокая эффективность применения;
- благодаря использованию метода мягкой подачи не только предотвращается возможность смешивания с горючим, но и охлаждаются стенки резервуара.

Соответственно, для того чтобы обеспечить более эффективную систему пожарной безопасности рекомендуется на всех объектах ПАО «Сургутнефтегаз» использовать именно пену низкой кратности, этому свидетельствует экономический расчет о экономической эффективности.

## Список использованных источников

1. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 29.12.2020) – [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс». – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/)
2. Федеральный закон "О специальной оценке условий труда" от 28.12.2013 N 426-ФЗ– [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс». – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_156555/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/)
3. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ (последняя редакция) // Консультант плюс [Электронный ресурс]// Режим доступа URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/)
4. Федеральный закон "О пожарной безопасности" от 21.12.1994 N 69-ФЗ (последняя редакция) // Консультант плюс [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс». – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/)
5. Федеральный закон "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний" от 24.07.1998 N 125-ФЗ– [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс». – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19559/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19559/)
6. Адамян В.Л. Теория горения и взрыва: учебное пособие для ВУЗов / В.Л. Адамян. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 116 с.
7. Аксенов С.Г., Михайлова В.А. Пожарная профилактика резервуаров и резервуарных парков // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием г. Воронеж, 20 декабря 2018 г. / Воронежский институт-филиал ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.- Воронеж, 2018. С. 18-19.

8. Басманов А.Е. Локализация пожаров в резервуарах с нефтепродуктами / А.Е. Басманов, А.А. Михайлюк. - Харьков: НУГЗУ, 2011. - 108 с.

9. Воевода С. С., Шароварников А. Ф., Бастриков Д. Л., Крутов М. А. Влияние факторов пожара на огнетушащую эффективность пленкообразующих пенообразователей // Пожаровзрывобезопасность. 2012. Т. 21. № 10. С. 63-65.

10. Испытания импульсных установок пожаротушения для тушения нефтепродуктов самовспенивающейся газоаэрозоленасыщенной пеной / Н.П. Копылов, А.Е. Кузнецов, Е.С. Родионов, Д.В. Федоткин, Л.А. Орлов, Д.С. Плаксина, Т.И. Сенчишак, Б.В. Кононов // Пожарная безопасность. 2016. № 3. С. 85-88.

11. Керимов У.А., Анализ влияния охлаждения стенок резервуаров струями воды на процесс горения и тушения легковоспламеняющихся жидкостей при низких температурах окружающей среды. Проблемы науки, Иваново: Олимп. 2017. С. 34-38.

12. Лебедева М.И., Богданов А.В., Колесников Ю.Ю. Аналитический обзор статистики по опасным событиям на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности" Выпуск № 4 (50), 2013 г.

13. Юрьев В.И. Проблемы пожарной безопасности хранения нефти и нефтепродуктов в вертикальных стальных резервуарах типа РВС / В.И. Юрьев, А.П. Петров, С.А. Швырков, Я.И. Юрьев. - Академия ГПС МЧС России. - 2016 г.

14. Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ (последняя редакция) // Консультант плюс [Электронный ресурс]// Режим доступа URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/)

15. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 N 1479 (ред. от 21.05.2021) "Об утверждении Правил противопожарного режима в

Российской Федерации" // Консультант плюс [Электронный ресурс]// Режим доступа URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_363263/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263/)

16. Приказ МЧС России от 30.03.2020 N 225 "Об утверждении свода правил СП 8.13130 "Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности" // Консультант плюс [Электронный ресурс]// Режим доступа URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_351212/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_351212/)

17. Приказ МЧС России от 27.07.2020 N 559 "Об утверждении свода правил СП 10.13130 "Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования" // Консультант плюс [Электронный ресурс]// Режим доступа URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_365651/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_365651/)

18. Приказ МЧС России от 26.12.2013 N 837 (ред. от 09.03.2017) "Об утверждении свода правил "Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности" // Консультант плюс [Электронный ресурс] // Режим доступа URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_163409/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163409/)

19. Приказ МЧС России от 31.07.2020 N 582 "Об утверждении свода правил "Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования" // Консультант плюс [Электронный ресурс] // Режим доступа URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_376143/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_376143/)

20. Приказ МЧС России от 30.06.2009 N 382 (ред. от 02.12.2015) "Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности" // Консультант плюс [Электронный ресурс] // Режим доступа URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_90833/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_90833/)

21. Evaluation en Vue de la Determination de la Grandeur des Compartiments Coupe-Feu. Note Explicative de Protection Incendie. (2007). VKF/AEAI, doc. 115—03f. [Текст] – 13-16 с



22. Kaizer, J. (2005/2006). Experiences of the Gretener Method. Fire Safety Journal, 2, pp. [Текст] – 33-36 с;
23. Douglas, A.R. The politics of reforming social security. Political Science Quarterly, № 3, 213-241, [Текст] – 79-82 с.
24. Cluzel D., Sarrat P. Methode ERIC. Evaluation du Risque Incendie par le Calcul. In: Proc. CIB Symposium on Systems Approach to Fire Safety in Buildings, Vol. I, p. II/37 — II/58 [Текст] – 11-13 с.
25. Bearak, B. India quake leaves legacy of chaos thousands vie for space on trains to flee a land of fear and misery. International Herald Tribune, [Текст] – 54-55 с.