

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)

---

20.04.01 Техносферная безопасность  
(код и наименование направления подготовки)

---

Управление пожарной безопасностью  
(направленность (профиль))

---

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему Прогнозирование возможных аварий на ОПО и пути снижения тяжести последствий пожаров и взрывов на объекте

Обучающийся

Д.С. Рябов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный  
руководитель

к.ф.-м.н. Д.А. Романов

(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 2022

## Содержание

Введение.....	3
Термины и определения.....	6
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Анализ производственного объекта.....	9
1.1 Общая характеристика обеспечения пожарной безопасности ОПО.....	9
1.2 Анализ технологических процессов на рассматриваемом объекте.....	17
1.3 Анализ вариантов решения проблемы пожарной безопасности ОПО.....	23
2 Теоретические аспекты методологии обеспечения пожарной безопасности на ОПО.....	35
2.1 Проведение литературного обзора по теме магистерской диссертации.....	35
2.2 Методы, снижающие аварийность на ОПО при бурении.....	40
2.3 Методы, снижающие аварийность при эксплуатации ОПО.....	44
3 Применение технических, организационных мероприятий для обеспечения пожарной безопасности ОПО.....	50
3.1 Патентно-информационный поиск решений для улучшения эффективности обеспечения пожарной безопасности ОПО.....	50
3.2 Анализ эффективности предложений по улучшению пожарной безопасности ОПО.....	59
Заключение.....	63
Список используемых источников.....	67

## Введение

Сфера добычи нефти и газа является областью природопользования, где требуется применение сложных технических решений для обеспечения безопасной добычи углеводородов. Актуальность представленной исследовательской работы обусловлена необходимостью поиска технических решений, обеспечивающих как безопасность технологического процесса добычи нефтепродуктов, так и экологическую безопасность при разработке и эксплуатации месторождений нефти и газа. В частности, в сфере добычи нефти промысловики сталкиваются с проблемой высокого давления в пластах, чрезвычайно высокими температурами. Нефтяные скважины проникают на значительную глубину в глубь толщи земли и при этом на поверхность поднимаются тысячи тонн взрывоопасных и легковоспламеняющихся веществ. Риски нефтедобычи диктует необходимость использования специального массивного и сверхмощного оборудования. Общий вес буровой колонны может составлять более 100 тонн. Показатель давления жидкости в процессе гидроразрыва нефтенесущего пласта может составлять более 600 атмосфер. Безопасность добычи нефти и газа обеспечивается современными технологиями добычи и рациональными подходами к организации производства.

Объектом исследования является процесс обеспечения пожарной безопасности ООО «СамараНИПИнефть», находящийся на территории г. Самара, ул. Вилоновская, д. 18.

Предмет исследования – решения по снижению тяжести последствий пожаров и взрывов на объекте.

Цель исследования: анализ способов прогнозирования возможных аварий на ОПО и пути снижения тяжести последствий пожаров и взрывов на объекте.

Гипотеза исследования состоит в том, что разработка решений по снижению тяжести последствий пожаров и взрывов на объекте будет эффективной, если:

- изучены современные направления способов по применению инновационных систем по предупреждению возгорания;
- проведен анализ практических решений, способных обеспечить пожарную безопасность в ООО «СамараНИПИнефть».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ производственного объекта;
- изучить теоретические аспекты методологии обеспечения пожарной безопасности на ОПО;
- предложить мероприятия по применению технических, организационных мероприятий для обеспечения пожарной безопасности ОПО.

Теоретико-методологическая основа исследования: публикации и исследования по снижению тяжести последствий пожаров и взрывов на объекте, которые разработаны в современных выпусках зарубежных и российских изданий.

Методы исследования:

- анализ источников нормативного характера по пожарной безопасности;
- изучение технических данных объекта защиты;
- анализ новых применения инновационных систем по снижению тяжести последствий пожаров на объекте, которые разработаны в современных выпусках зарубежных и российских изданий.

Опытно-экспериментальная база исследования – ООО «СамараНИПИнефть», находящийся на территории г. Самара, ул. Вилоновская, д. 18.

Научная новизна исследования заключается в:

- применении новых типов инновационных систем по снижению тяжести последствий пожаров и взрывов на объекте.

Теоретическая значимость исследования характеризуется возможностью теоретического применения полученных результатов исследования на промышленных предприятиях.

Практическая значимость исследования заключается в том, что предлагаемые мероприятия по снижению тяжести последствий пожаров на объекте, позволят повысить уровень пожарной безопасности объекта.

Достоверность и обоснованность результатов исследования достигнута за счет анализа публикаций современных выпусках зарубежных и российских изданий по снижению тяжести последствий пожаров.

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в принятии участия проведения экспериментальных исследований мероприятий по снижению тяжести последствий пожаров.

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования. Его результаты докладывались на следующих конференциях:

Участие в международной научной конференции журнала «Точная наука» №135, выступление на тему: Анализ вариантов решения проблемы пожарной безопасности ОПО.

На защиту выносятся:

- теоретическое обоснование применения технологий по снижению тяжести последствий пожаров;
- внедрении комплексной системы АПС с системой оповещения о пожаре.

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, трех разделов, заключения, содержит 13 рисунков, 4 таблиц, список использованной литературы (34 источника). Основной текст работы изложен на 70 страницах.

## Термины и определения

Авария – разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ.

Безопасность – отсутствие недопустимого риска, связанного с возможностью причинения вреда и (или) нанесения ущерба.

Законодательные требования – «требования, содержащиеся в законах и нормативных правовых актах (документах) РФ» [9].

Ингибиторная защита (ингибирование) – «управляемый и перенастраиваемый технологический процесс нанесения и поддержания защитной пленки на внутренней металлической поверхности трубопроводов и оборудования без остановки каких-либо элементов системы транспорта» [9].

Коррозионный зонд – «устройство, предназначенное для закрепления и ввода плоских образцов-свидетелей в трубопровод при проведении коррозионного мониторинга весовым (гравиметрическим) методом» [9].

Нейтрализатор – «антикоррозионные химические соединения, направленные на снижение агрессивности (рН) среды» [9].

Точка росы – «температура, до которой должен охладиться поток, чтобы содержащиеся в нем пары воды достигли состояния насыщения и началась конденсация жидкой воды» [7].

Надежность – «свойство объекта, заключающееся в способности сохранять во времени в установленных пределах значения признаков и параметров, характеризующих те свойства объекта, которые определяют его способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях» [7].

Химико–технологическая защита – «комплекс мероприятий, обеспечивающий снижение скорости коррозии технологического оборудования при его работе и простоях до допустимых значений» [7].

Средства контроля – «методы и процедуры, направленные на проверку и оценку эффективности деятельности, разделение обязанностей и разграничение прав доступа, авторизацию (согласование, утверждение документов/ операций), осуществление контроля сохранности активов, сверку данных, оценку эффективности бизнес-процессов и обеспечивающие разумную уверенность по достижению целей Компании» [6].

Срок службы оборудования – «календарная продолжительность от даты ввода в эксплуатацию оборудования до даты прекращения эксплуатации» [6].

Технические устройства – машины, технологическое оборудование, системы машин и (или) оборудования, агрегаты, аппаратура, механизмы, применяемые при эксплуатации опасного производственного объекта.

Требования – «потребность или ожидание, которое установлено, обычно предполагается (в соответствии с общепринятой практикой, применяемой Компанией, потребителями ее продукции и другими заинтересованными сторонами) или является обязательным» [6].

Требования промышленной безопасности – «требования промышленной безопасности – условия, запреты, ограничения и другие обязательные требования, содержащиеся в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации, а также в нормативных технических документах, которые принимаются в установленном порядке и соблюдение которых обеспечивает промышленную безопасность» [6].

## Перечень сокращений и обозначений

АТ – атмосферная трубчатка.

АРДН – автоматические регуляторы дозирочных насосов.

АСУ – автоматизированная система управления.

ИЛ-ЦЗЛ – испытательная лаборатория – центральная заводская лаборатория.

КПЭ – ключевые показатели эффективности.

НК – неразрушающий контроль.

СИЗ – средства индивидуальной защиты.

СК – скорость коррозии.

СМК – система мониторинга коррозии.

СКР – сероводородное коррозионное растрескивание.

ТО – техническое обслуживание.

УКК – узел контроля коррозии.

ХР – химический реагент.



## **1 Анализ производственного объекта**

### **1.1 Общая характеристика обеспечения пожарной безопасности ОПО**

Анализируя общий исторический путь развития нашего государства, можно отметить, что впервые получить нефть удалось в феврале 1966 года из буровой скважины, которая находилась в районе Кубани. Подобная возможность была в первую очередь обусловлена тем, что нефть данное месторождение характеризовалось своим близким залеганием к поверхности земли на глубину не более 37 метров, в результате наблюдений было установлено, что нефть фонтанировала более 20 суток, после была зафиксирована тенденция снижения интенсивности фонтана [7].

В процессе мероприятий по разработке нефтяного месторождения можно наблюдать активное загрязнение почвенного слоя, могут происходить загрязнения водных бассейнов, в рамках производства работ серьёзные повреждения может получать дорогостоящее оборудование, а в особо опасных ситуациях серьёзные травмы может получать персонал. В случае отсутствия указанных параметров, имеются основания для признания месторождения безопасным. Едва приступив к процессу разработки проекта, уже осуществляются мероприятия, направленные на формулировку и включение в проект основ безопасной разработки скважины. И в этих целях в ходе организации и реализации геолого-разведывательных работ объектом исследования помимо всего иного становятся также геологические параметры будущей буровой, то есть решается вопрос о том, какие породы находятся на данной территории, изучаются характеристики их расположения, определяется наличие водных горизонтов, а также объектом исследования становятся многие другие параметры [31].

В силу активного научно-технического развития в последние годы создано множество эффективных компьютерных технологий, за счёт

использования которых представляется возможным путём производства расчетных мероприятий создать модели большого количества различных процессов, в том числе, представляется возможным сделать выбор в пользу наиболее рационального бурения скважины, основываясь в этом процессе на тех геологических параметрах, были установлены в процессе исследования местности. Мероприятия по разработке нефтяных месторождений осуществляются силами нефтедобывающих компаний, в этом процессе задействованы и другие организации, уполномоченные непосредственно выполнять процессы бурения, производить ремонтные работы на скважинах, проводить наблюдения и исследования скважин, заниматься геологическими глубинными разведками, выполнять проекты по строительству и возведению объектов и многие другие [34].

Аналогично любым другим производственным процессам, деятельность по разработке нефтяных месторождений характеризуется тем, что она сопровождается серьёзными рисками, обусловленными потенциальной возможностью утечек нефти, развитием аварийных ситуаций разной этиологии (пожары, получение персоналом травм, неисправность технологического оборудования). Все риски подобного рода являются объектом учёта при разработке правил промышленной безопасности. Кроме так называемых общих рисков должны учитываться местные условия, например, высокое содержание сероводорода в нефти данного месторождения. Сероводород является сверхтоксичным газом, поэтому персонал на буровой установке должен постоянно иметь при себе газоанализаторы для определения наличия данного газа в воздухе [5].

Другой пример: ямальское месторождение нефти вместо сероводородного содержит другой вид газа - попутный нефтяной газ (ПНГ). Наличие такой особенности чревато проявлениями взрыва, пожара, что обуславливает высокие требования в области экологической безопасности, поскольку кроме названных рисков имеется усиление парникового эффекта из-за процессов сжигания ПНГ, а значит требуется разработка эффективной

утилизации углекислых газов. Эта проблема является для нефтяных компаний одной из главных при разработке нефтяных пластов с высоким содержанием ПНГ. Компания «Газпромнефть» внедрила в свою деятельность программу, целью которой стало добиться 95% утилизации ПНГ до 2020 года. На данный момент компания достигла такого уровня на многих своих месторождениях, в числе которых есть и Ямал.

Разработка месторождений в районах крайнего севера должна учитывать наличие иных региональных рисков: крайне суровые климатические условия выдвигают особые требования к верхней одежде персонала, вечная мерзлота накладывает особые условия для строительства объектов нефтедобычи и инфраструктуры (приподнятость над землей, чтобы при таянии объект не поплыл и не разрушился, тем более нефтепровод) [9].

ООО «СамараНИПИнефть» организовано 4 апреля 2000 года. «В этот день постановлением администрации Октябрьского района города Самары был зарегистрирован «Самарский научно-исследовательский и проектный институт нефтедобычи» – была создана научная часть института. В июле 2000 года создана проектная часть института, а в июне 2001 года – проектный отдел в г. Отрадный» [15]. Адрес ООО «СамараНИПИнефть» на данный момент: г. Самара, ул. Вилоновская, д. 18.

Рисунок 1 содержит информацию о структуре управления ООО «СамараНИПИнефть». Верхняя ступень управления – это генеральный директор, в его подчинении находятся топ-менеджеры, руководители остальных подразделений, среди которых есть производственные.

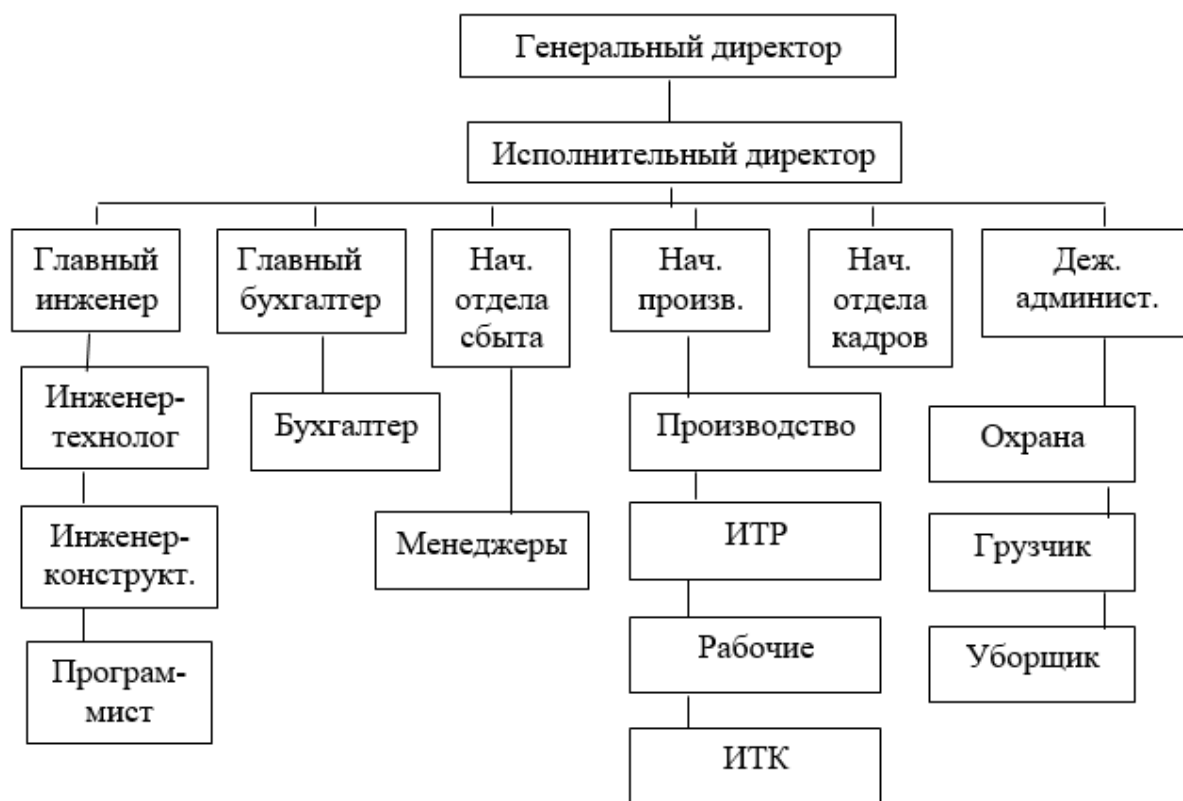


Рисунок 1 – Структура управления ООО «СамараНИПИнефть»

Административное здание ООО «СамараНИПИнефть» состоит из двух корпусов и перехода. Первый корпус двухэтажный высотой 6,45 м, второй корпус одноэтажный высотой 6,00 м, соединённые между собой переходом высотой 3,00 м. Все здание второй степени огнестойкости. Подвала и чердака нет, геометрические размеры первого корпуса 66,86 х 22,15 метров, геометрические размеры второго корпуса 66,75 х 33,50 метров, геометрические размеры перехода 35,70 х 31,05 метров.

1-й этаж: подсобное, агрегатный цех, сварочный цех, кладовая, склад, мойка, малярный цех, ОГМ цех, электроцех, гараж, коридор, обеденный зал, разделочный цех, цех, цех РПС, бытовая, мастерская, санузел, кузнечный цех, компрессорная, вулканизаторная, цех, шиномонтажная, аккумуляторная, цех ЭМУ, бойлерная, трансформаторная, цех ППР, сушилка, вентиляционная камера, раздевалка, кабинет, бойлерная, тамбур, душ. Пожарная нагрузка:

шторы, бумага, пластик, пластмасс, офисная, компьютерная и бытовая техника, мебель, аккумуляторы, лакокрасочный материал. Величина пожарной нагрузки от 651 до 900 МДж/м<sup>2</sup>.

2-й этаж: коридор, актовый зал, кабинет, кладовая. Пожарная нагрузка: шторы, бумага, пластик, пластмасс, офисная, компьютерная и бытовая техника. Величина пожарной нагрузки от 181 до 650 МДж/м<sup>2</sup>.

Бытовое здание одноэтажное высотой 3,35 м, III степени огнестойкости. Подвала и чердака нет, геометрические размеры здания 18,48 x 6,50 метров. Пожарная нагрузка: шторы, бумага, пластик, пластмасс, офисная, компьютерная и бытовая техника, мебель. Величина пожарной нагрузки от 181 до 650 МДж/м<sup>2</sup>.

Диспетчерская здание одноэтажное высотой 3,25 м, II степени огнестойкости. Подвала и чердака нет, геометрические размеры здания 16,20 x 7,10 метров. Пожарная нагрузка: шторы, бумага, пластик, пластмасс, офисная, компьютерная и бытовая техника, мебель. Величина пожарной нагрузки от 651 до 900 МДж/м<sup>2</sup>.

Склад здание одноэтажное высотой 3,75 м, III степени огнестойкости. Подвала и чердака нет, геометрические размеры склада 30,98 x 10,10 метров. Пожарная нагрузка: шторы, бумага, пластик, пластмасс, офисная, компьютерная и бытовая техника, бочки с топливом. Величина пожарной нагрузки от 181 до 650 МДж/м<sup>2</sup>.

Теплопункт здание одноэтажное высотой 2,90 м, II степени огнестойкости. Подвала и чердака нет, геометрические размеры склада 5,80 x 2,95 метров. Пожарная нагрузка: пластик, пластмасс, мебель. Величина пожарной нагрузки от 181 до 650 МДж/м<sup>2</sup>.

Проходная здание одноэтажное высотой 3,10 м, II степени огнестойкости. Подвала и чердака нет, геометрические размеры здания 4,51 x 3,61 метров. Пожарная нагрузка: шторы, бумага, пластик, пластмасс, офисная, компьютерная и бытовая техника, мебель. Величина пожарной нагрузки от 181 до 650 МДж/м<sup>2</sup>.

Помещения оборудованы АПС выполненной дымовыми и тепловыми извещателями ИП-212-95. Сигнал срабатывания выведен на контрольно-приемный прибор «Гранит-24», установленный в здании диспетчерской охраны. Установки автоматического пожаротушения отсутствуют. Установлены дымовые пожарные извещатели «ДИП-212», тепловые пожарные извещатели «ИП-212-41м», ручные пожарные извещатели «ИПР-55».

В административном здании проведен пожарный водопровод с установленными на нем пожарными кранами (ПК) диаметром 50 мм. (давление в водопроводе 1.5 – 2.0 атм.). «ПК расположены в шкафах и укомплектованы пожарными рукавами в скатках по 20 метров и пожарными стволами. Насосы-повысители отсутствуют. В остальных зданиях внутреннее противопожарное водоснабжение отсутствует» [18].

Наружное противопожарное водоснабжение осуществляется от ближайших пожарных гидрантов, расположенных (расстояние указано по пути прокладки магистральных линий).

«Электроосветительная сеть административного здания напряжением 220 В, силовое электрооборудование 380 В. Резервное электропитание отсутствует. Отключение электропитания производится трансформаторной с отдельным входом» [18]. Вход осуществляется с тыльной стороны здания.

Электроосветительная сеть склада напряжением 220 В, силовое электрооборудование 380 В. Резервное электропитание отсутствует. Отключение электропитания производится двумя рубильниками находящиеся в электрощитовой. Первый расположенной в складе с левой стороны от центрального входа, второй в бытовом помещении с левой стороны от центрального входа. Вход осуществляется с правой и с левой стороны здания.

Электроосветительная сеть диспетчерской напряжением 220 В, силовое электрооборудование 380 В. Резервное электропитание отсутствует. Отключение здания осуществляется в электрощитовой, расположенной с

правой стороны от центрального входа. Вход осуществляется с центрального входа.

Электроосветительная сеть бытового здания напряжением 220 В, силовое электрооборудование 380 В. Резервное электропитание отсутствует. Отключение электропитания производится в электрощитовой, расположенной на первом этаже в производственном помещении с левой стороны. Вход осуществляется с центрального входа.

Электроосветительная сеть тепlopункта напряжением 220 В, силовое электрооборудование 380 В. Резервное электропитание отсутствует. Отключение электропитания производится в электрощитовой, расположенной на первом этаже в бытовом помещении с левой стороны от центрального входа. Вход осуществляется с левой стороны здания.

Электроосветительная сеть проходной напряжением 220 В, силовое электрооборудование 380 В. Резервное электропитание отсутствует. Отключение электропитания производится в электрощитовой, расположенной на первом этаже в бытовом помещении с левой стороны от центрального входа. Вход осуществляется с левой стороны здания. На объекте круглосуточно находится электрик.

Рассмотрим оборудование, используемое в технологическом процессе ООО «СамараНИПИнефть» в таблице 1. Также в таблице перечислены характеристики данного оборудования, его преимущества и недостатки.

Таблица 1 – Оборудование, используемое в технологическом процессе ООО «СамараНИПИнефть»

Тип оборудования	Характеристика	Преимущества	Недостатки
Теплообменники и трубные пучки	Вид оборудования, предназначенный для передачи тепла от одной среды к другой	Компактность, возможность добавить пластины для увеличения мощности, а также простота эксплуатации	Высокая стоимость в связи с высокой металлоёмкостью

Продолжение таблицы 1

Тип оборудования	Характеристика	Преимущества	Недостатки
Ресиверы газа и воздухохорборники	Специализированное устройство, предназначенное для постоянного либо промежуточного хранения газообразных веществ	В зависимости от типа и модели может применяться для различных видов газа, включая аммиак и другие едкие вещества	Габариты данных агрегатов
Сосуды для сжиженных газов	Емкость, предназначенная для хранения газа в сжиженном состоянии	Низкая цена, так как не требуется производить сложные земляные работы при монтаже	Изготовление такого оборудования требует не только высокотехнологичного оборудования, но и соответствующей квалификации специалистов и наивысшего качества сырья
Сепараторы	Для очистки природного и нефтяного газа от влаги, механических примесей, жидких углеводородов	Возможность изготовления газовых сепараторов по индивидуальному проекту с учетом всех требований заказчика	Энергоемкость процесса
Отстойники	Тип накопительной емкости, предназначенной, главным образом, для очищения жидкостных сред от взвешенных примесей	Во время добычи вместе с нефтью из пласта извлекается большое количество воды, которая также может быть использована в дальнейшем	Использование только высокоустойчивых к коррозии сталей
Двустенные емкости и резервуары	Предназначены для хранения неагрессивных или слабоагрессивных жидких нефтепродуктов, технической воды, топлива, ГСМ и т.д.	Лучше защищена от возникновения пожара, перелива топлива. Такие емкости незаменимы на объектах, где важно обеспечить пожарную и экологическую безопасность	Требование к условиям эксплуатации



Территория ООО «СамараНИПИнефть» включает: административное здание, состоящее из двух корпусов 66,86 х 22,15 и 66,75 х 33,50 метров), бытовое здание (18,48 х 6,50 метров), диспетчерская (16,20 х 7,10 метров), склад (30,98 х 10,10 метров), проходная (4,51 х 3,61 метров), тепловыпуск (5,80 х 2,95 метров). Класс функциональной пожарной опасности – Ф.3. Класс конструктивной пожарной опасности – С1. Помещения оборудованы АПС выполненной дымовыми и тепловыми извещателями ИП-212-95.

## **1.2 Анализ технологических процессов на рассматриваемом объекте**

Управление охраной труда в ООО «СамараНИПИнефть» осуществляет ее руководитель. Организация работы по охране труда возлагается на инженера по охране труда, промышленной безопасности и охраны окружающей среды. Инженер по ОТ, ПБ и ООС подчиняется главному инженеру. Основными задачами инженера по ОТ, ПБ и ООС являются:

- организация работы по обеспечению выполнения работниками требований охраны труда;
- контроль за соблюдением работниками нормативных правовых актов об охране труда, соглашения по охране труда, других локальных нормативных правовых актов организации;
- организация профилактической работы по предупреждению производственного травматизма, а также работы по улучшению условий труда;
- информирование и консультирование работников организации, в том числе ее руководителя, по вопросам охраны труда.

К работам повышенной опасности в организации относятся работы, при выполнении которых имеется или может возникнуть производственная опасность не связанная с характером выполняемой работы. При производстве указанных работ, кроме обычных мер безопасности, необходимо выполнение

дополнительных мероприятий, разрабатываемых отдельно для каждой конкретной производственной операции.

Структура органов управления безопасностью труда представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 - Структура органов управления безопасностью труда в ООО «СамараНИПИнефть»

В компании сформирована Группа по пожарной и промышленной безопасности, охраны труда и экологии. Она действует на основании Положения. Комиссии по охране труда утверждается приказом руководителя и включает:

- председателя,
- заместителей председателя,
- членов комиссии.

Комиссия по охране труда в ООО «СамараНИПИнефть»:

- является элементом системы управления охраной труда предприятия;

- является формой участия сотрудников в функционировании соответствующей системы;
- работает на базе принципов социального партнерства;
- взаимодействует с органами исполнительной власти в сфере охраны труда, органами надзора и контроля над соблюдением законодательства о труде, иными компетентными государственными структурами, а также с профсоюзными организациями;
- руководствуется федеральными, региональными, муниципальными НПА, регулирующими сферу охраны труда, соглашениями, договором по охране труда, а также положениями локальных нормативных актов в ООО «СамараНИПИнефть».

Основные принципы построения и функционирования СУОТ в ООО «СамараНИПИнефть» представлены на рисунке 3.

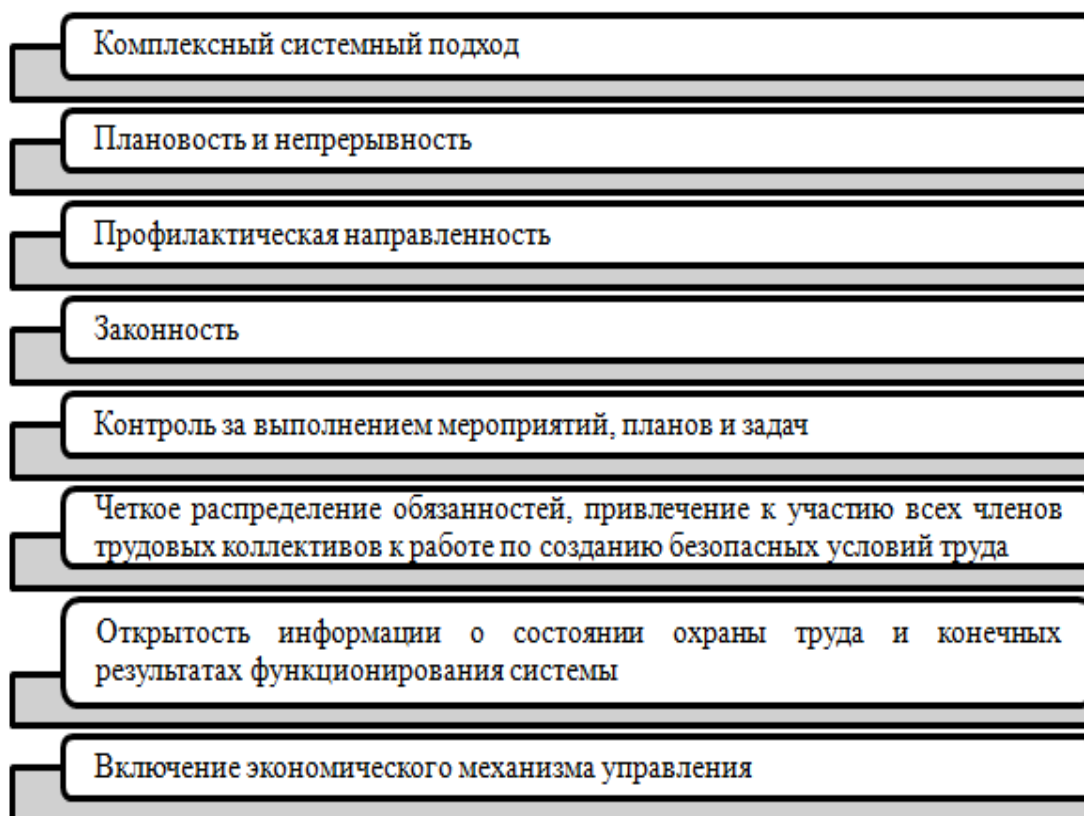


Рисунок 3 - Основные принципы построения и функционирования СУОТ в ООО «СамараНИПИнефть»

Комиссия по охране труда выполняет следующие функции:

- изучение предложений предприятия, сотрудников и профсоюзных организаций об улучшении условий и безопасности труда;
- помощь в организации обучения сотрудников по охране труда, безопасной работе, в проведении инструктажей по охране труда, а также в осуществлении проверки знаний сотрудников, полученных в ходе обучения и соответствующих инструктажей;
- участие в проверках условий и уровня безопасности труда на рабочих местах, изучение результатов данных проверок и выработка предложений по улучшению условий и уровня безопасности труда, а также приведению их в соответствие с требованиями законодательства;
- информирование сотрудников о мероприятиях по оптимизации условий и уровня безопасности труда, а также по профилактике травматизма на производстве и профзаболеваний;
- информирование работников об итогах спецоценки условий труда, а также о декларировании соответствия данных условий на рабочих местах установленным нормам;
- информирование сотрудников об актуальных нормативах по обеспечению средствами химической защиты, сертифицированными или прошедшими декларирование спецодеждой, обувью и иными средствами защиты, о правилах пользования ими и организации их хранения;
- помощь службе охраны труда в ООО «СамараНИПИнефть» в проведении предварительных и периодических медосмотров, а также учету их результатов;
- содействие своевременному предоставлению сотрудникам, работающим во вредных или опасных условиях труда, молока и иных необходимых продуктов питания;

- помощь службе охраны труда в ООО «СамараНИПИнефть» в изучении вопросов финансового обеспечения мероприятий в сфере охраны труда, вопросов социального страхования работников, а также в осуществлении контроля за использованием денежных средств, направленных на профилактику травматизма на производстве и профзаболеваемости;
- помощь службе охраны труда в ООО «СамараНИПИнефть» в технологической модернизации производства в целях повышения уровня безопасности труда и сокращения количества рабочих позиций с вредными и опасными условиями;
- представление в ООО «СамараНИПИнефть» предложений по оптимизации работы, направленной на обеспечение охраны труда и защиту здоровья работников предприятия, а также по формированию системы поощрения сотрудников, соблюдающих нормы безопасности труда;
- представление в ООО «СамараНИПИнефть» профсоюзным органам и иным компетентным структурам, осуществляющим защиту интересов работников, предложений по изданию локальных нормативных актов в сфере охраны труда, а также участие в разработке соответствующих актов.

Комиссия по охране труда имеет право:

- на получение от службы охраны труда в ООО «СамараНИПИнефть» сведений о текущих условиях труда сотрудников, о фактах травматизма на производстве и профзаболеваемости, о вредных и опасных факторах, а также мерах противодействия им, о рисках для здоровья сотрудников;
- на ознакомление с сообщениями представителей в ООО «СамараНИПИнефть», которые касаются вопросов обеспечения безопасных условий труда на предприятии, а также реализации работниками гарантированных прав на охрану труда;

- на ознакомление с сообщениями и объяснениями сотрудников в ООО «СамараНИПИнефть», допустивших нарушения норм безопасности труда, которые повлекли тяжелые последствия, а также на представление в ООО «СамараНИПИнефть» предложений о привлечении соответствующих сотрудников к ответственности согласно положениям законодательства РФ;
- на участие в разработке положений коллективного договора по охране труда - в пределах своей компетенции;
- на представление в ООО «СамараНИПИнефть» предложений о стимулировании сотрудников за участие в работе по оптимизации условий и повышению безопасности труда;
- на содействие решению трудовых споров, возникших в связи с применением положений законов в сфере охраны труда, с изменениями условий труда, а также с предоставлением сотрудникам, работающим во вредных и опасных условиях, гарантий и компенсаций, которые предусмотрены законодательством.

В число участников системы охраны труда в компании также входят:

- ответственное лицо по обеспечению пожарной безопасности. Он также действует на основании приказа;
- инженер по ОТ, ПБ и ООС;
- работник, ответственный за организацию выдачи средств индивидуальной защиты и оформление личных карточек учета выдачи средств индивидуальной защиты.

Ответственное лицо действует в соответствии с порядком выдачи, учета и списания специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты. Документ о средствах индивидуальной защиты является нормативным элементом, действующим системы охраны труда в компании.

Охрана труда в компании регулируется нормами действующего законодательства. Основополагающими являются законодательные акты,

устанавливающие правовые основы регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками, направленные на создание условий труда, соответствующих требованиям сохранения жизни и здоровья в процессе трудовой деятельности.

### **1.3 Анализ вариантов решения проблемы пожарной безопасности ОПО**

Для обеспечения пожарной безопасности как для объектов промышленной инфраструктуры в целом, так и конкретно для ООО «СамараНИПИнефть» используются два основных подхода. Предписывающий подход подразумевает установление полного комплекса требований, выполнение которого позволяет обеспечить безопасность. Следует выделить две стороны основных принципиальных подходов, обеспечивающих пожарную безопасность на объектах транспорта и транспортной сферы деятельности. Предписывающим подходом устанавливается полный комплекс требований, соблюдение которых обеспечивает требуемый уровень безопасности.

Объектно-ориентированным подходом (вероятностный) определены нормативные критерии для обеспечения приемлемого уровня безопасности, установлен ряд оценивающих этот уровень методов и рекомендованы способы создания определенного оптимального уровня безопасности. Соблюдения требований пожаробезопасности на объектах транспортной сферы обязательны для любых этапов жизненных циклов объектов, будь то начальный этап (проектирование, технико-экономическое обоснование), или строительство и производство, эксплуатация, или последний этап – выведение из использования и ликвидирование.

В случае использования объектно-ориентированного подхода, применяя нормативный принцип, осуществляется регламентация фундаментальных критериев, на основе которых определяется показатель

приемлемости уровня безопасности ООО «СамараНИПИнефть», также аналогичным образом устанавливаются и методы, которые могут применяться в целях их оценки, кроме того, осуществляется регламентация наиболее целесообразных методов, которые можно использовать для достижения приемлемого уровня.

Требования пожарной безопасности объектов промышленной инфраструктуры и конкретно ООО «СамараНИПИнефть» должны соблюдаться на всех этапах жизненного цикла объекта, начиная от технико-экономического обоснования, проектирования, строительства и ввода в эксплуатацию до вывода из эксплуатации и ликвидации.

Фундамент нового подхода к обеспечению пожарной безопасности объектов промышленной инфраструктуры и конкретно ООО «СамараНИПИнефть» был заложен вступившими в силу в прошлом году федеральными законами № 248-ФЗ о государственном и муниципальном контроле в РФ [12] и № 170-ФЗ о внесении поправок в законодательные акты, которые ввели новые принципы и правила осуществления контрольных (надзорных) мероприятий, а также установили новые требования в системе лицензирования [11].

С вступлением в силу указанных нормативно-правовых актов обеспечило законодательную основу для принятия будущих поправок к закону и приказам, кроме того, и для создания и утверждения вновь принимаемых законодательных актов в области государственного пожарного надзора или для принятия индикативных параметров в деятельности пожарных надзорных органов.

Среди трендов 2022 года по пожарной безопасности объектов промышленной инфраструктуры и конкретно ООО «СамараНИПИнефть» можно выделить следующие:

- упрощение процедур для юридических и физических лиц/защита бизнеса;
- повышение эффективности контрольно-надзорной деятельности;



- повышение защищенности граждан, их имущества и объектов экономики от пожаров;
- подготовка сотрудников и повышение квалификации;
- совершенствование способов пожаротушения.

Текущий год позволяет увидеть происходящие перемены в подходе к нормативной базе по пожаробезопасности, в осуществлении надзорных действий и требований, поскольку стал применяться риск-ориентированный подход в проверках. Министерство ЧС РФ постоянно уделяет большое значение вопросам, способствующим росту эффективности оперативного реагирования пожарных подразделений. Благодаря деятельности МЧС увеличилось число объектов, отвечающих требованиям условий пожаробезопасности, заменены многие морально устаревшие требования, выведены из действия лишние, дублирующие друг друга требования.

Министерством строительства и Росстандартом приняты ряд поправок к правилам эксплуатации опасных промышленных объектов сферы деятельности, вводятся уточнения к требованиям пожаробезопасности объектов, технические требования корректируются в соответствии с появляющимися новшествами. Одним из наиболее важных направлений работы в области обеспечения безопасности – это повышенное внимание к объектам, имеющим массовое пребывание людей. В последние годы под эгидой МЧС разрабатываются и внедряются новые методы предупреждения и мониторинга ЧС, создаются новые технологии, робототехнические средства, беспилотные авиа-системы для борьбы с пожарами.

Среди многих объектов гражданского предназначения, более ответственными в обеспечении безопасности стоит назвать опасные промышленные объекты [27]. У данных объектов имеется в наличии значительный объем массового пребывания людей на протяжении суток, эксплуатируются многие виды опасных промышленных средств – все эти перечисленные факторы служат источниками повышенного риска опасности. Данные риски обязывают внедрять самые современные средства и

технологии обеспечения безопасности на опасных промышленных объектах деятельности, причем, с многоуровневым дублированием, что значительно повышает надежность эксплуатации.

Главными требованиями пожарной безопасности в ООО «СамараНИПИнефть» являются:

- «создание путей эвакуации и их поддержание в надлежащем состоянии;
- оснащение производственных, административных и других помещений средствами пожаротушения, системами оповещения, знаками безопасности;
- своевременная стирка и химчистка спецодежды сотрудников согласно утвержденному графику;
- осуществление слива топлива только в предназначенных для этого местах;
- немедленное удаление пролитых ТСМ» [4].

В производственных и административных помещениях ООО «СамараНИПИнефть» запрещено:

- «использовать открытые источники огня при проведении ТО и ремонта;
- курить в местах, не предназначенных для этого;
- отходить от автомобиля с включенным зажиганием, оставлять в нем промасленные протирочные материалы и спецодежду;
- использовать для прогрева помещений электроприборы с открытыми нагревательными элементами;
- поручать выполнение ремонтных работ лицам, не имеющим соответствующей квалификации и не прошедшим инструктаж» [24].

Рассмотрим сценарии развития пожара в помещении ООО «СамараНИПИнефть».

Время свободного развития пожара:

$$\tau_{p-1} = \tau_{\text{сооб}} + (\tau_{\text{ов}} + \tau_{\text{сив}}) + \tau_{\text{сл}} + \tau_{\text{рп-1}} \quad (1)$$

где  $\tau_{p-1}$  – время свободного развития пожара;

$\tau_{\text{сооб}}$  – время сообщения;

$\tau_{\text{сл}}$  – время следования.

$$\tau_{p-1} = 3 + 1 + 8 + 3 = 15 \text{ мин}$$

Путь, пройденный огнем:

$$L_{\text{п}} = 0,5 \cdot V_{\text{л}}^{\text{табл}} \cdot 10 + V_{\text{л}}^{\text{табл}} \cdot (\tau_{p-1} - 10) \quad (2)$$

$V_{\text{л}}^{\text{табл}}$  – линейная скорость распространения горения, м/мин  
(справочная).

$$L_{\text{п}} = 0,5 \cdot 1 \cdot 15 + 1 \cdot (15 - 10) = 12,5 \text{ м}$$

Так как пожар распространится по всей площади помещения и достигнет ограждающих конструкций, то развитие пожара будет остановлено в пределах, этого помещения. Предел огнестойкости кирпичных перегородок 2,5 часа и дверей 30 минут. В связи с этим расчет на момент локализации производить не будем. Площадь пожара будет равна площади этого помещения. КПП будет организован на базе 354.

Площадь пожара:

$$S_{\text{п}} = S_{\text{пом}} = a \cdot b \quad (3)$$

$S_{\text{пом}}$  – площадь помещения.

$$S_{\text{п}} = 5,09 \cdot 8,48 = 43,16 \text{ м}^2$$

Площадь тушения пожара:

$$S_T = h_{\text{туш}} \cdot n \cdot a \quad (4)$$

$h_{\text{туш}}$  – глубина тушения ствола

$$S_T = 5 \cdot 1 \cdot 5,09 = 25,45 \text{ м}^2$$

Требуемый расход на тушение пожара:

$$Q_{\text{тр}}^T = 25,45 \cdot 0,1 = 2,5 \text{ л/с} \quad (5)$$

Требуемое количество стволов на тушение и защиту. Стволы на тушение:

$$N_{\text{СТ}}^T = \frac{Q_{\text{ТР}}^T}{q_{\text{СТ}}} \quad (6)$$

$Q_{\text{ТР}}^T$  – требуемый расход на тушение;

$q_{\text{СТ}}$  – площадь тушения ствола.

$$N_{\text{СТ}}^T = \frac{2,5}{3,5} = 1 \text{ ств. "Б"}$$

Из тактических соображений берём 2 ствола «Б». Стволы на защиту:

- 1 ств. «Б» звеном ГДЗС на защиту смежных помещений 1-го этажа;
- 1 ств. «Б» звеном ГДЗС на защиту кровли.

Общее количество стволов:

$$N_{\text{СТ}}^{\text{ОБЩ}} = N_{\text{Т}}^{\text{СТ}} + N_{\text{З}}^{\text{СТ}} \quad (7)$$

$N_{\text{Т}}^{\text{СТ}}$  – требуемое количество стволов на тушение и защиту.

$$N_{\text{СТ}}^{\text{ОБЩ}} = 2 + 2 = 4 \text{ ств. Б}$$

Фактический расход воды:

$$Q_{\phi} = Q_{\phi}^T + Q_{\phi}^3 = N_T^{CT} \cdot q_{CT} + N_3^{CT} \cdot q_{CT} \quad (8)$$

$N_T^{CT}$  – требуемое количество стволов на тушение и защиту;

$q_{CT}$  – площадь тушения ствола.

$$Q_{\phi} = 2 \cdot 3,5 + 2 \cdot 3,5 = 14 \text{ л/с}$$

Общий расход воды:

$$Q_B^{OBSH} = Q_T^{\Phi} \cdot 60 \cdot \tau_p \cdot K_p + Q_{\phi}^3 \cdot 3600 \cdot \tau_3 \quad (9)$$

$Q_{TP}^{\Phi}$  – фактический расход на тушение;

$K_p$  – коэффициент разрушения пены.

$$Q_B^{OBSH} = 7 \cdot 60 \cdot 15 \cdot 5 + 7 \cdot 3600 \cdot 3 = 31500 + 75600 = 107100 \text{ л.}$$

Обеспеченность объекта огнетушащими веществами. Ближайший ПГ К-150 (водоотдача при 2 атм. составляет 70 л/с), условие  $Q_{вод} > Q_{\phi}$  выполняется, следовательно объект водой обеспечен. Требуемое количество ПА для подачи огнетушащих средств:

$$N_{ПА} = \frac{Q_{\phi}}{Q_H} \quad (10)$$

$Q_{\phi}$  – фактический расход воды;

$Q_H$  – нормативный расход воды.

$$N_{ПА} = \frac{14}{14} = 1 \text{ АЦ}$$

Предельные расстояния при подаче огнетушащих средств:

$$N_p^{пр} = \frac{H_H - (H_p \pm Z_M \pm Z_{ств})}{S_p \cdot Q_{м.р.}^2} \quad (11)$$

$H_H$  – напор на насосе;

$H_p$  – напор у разветвления, лафетных стволов;

$Z_M$  – наибольшая высота подъема или спуска местности;

$Z_{ств}$  – наибольшая высота подъема или спуска приборов тушения;

$S_p$  – сопротивление одного пожарного рукава;

$Q_{м.р.}$  – суммарный расход воды одной наиболее загруженной магистральной рукавной линии.

$$N_p^{пр} = \frac{100 - (45 + 0 + 6)}{0,015 \cdot 14^2} = \frac{49}{2,94} = 16 \text{ рукавов} = 320\text{м}$$

Организация подачи воды в перекачку или подвозом не требуется. Требуемая численность личного состава для проведения действий по тушению пожара:

$$N_{л/с} = N_T^{СТ} \cdot n_{л/с} + N_3^{СТ} \cdot n_{л/с} + N_{разв} + N_{пб} + N_{кпп} + N_{св} + N_{рез} \cdot n_{л/с} + N_{лест} \quad (12)$$

$N_T^{СТ}$  – количество задействованного личного состава;

$N_{разв}$  – количество разветвлений;

$N_{лест}$  – количество лестниц.

$$N_{л/с} = 2 \cdot 3 + 2 \cdot 3 + 1 + 4 + 1 + 1 + 2 \cdot 3 + 1 = 26 \text{ чел.}$$

Требуемое количество пожарных отделений основного назначения:

$$N_{\text{отд}} = \frac{N_{\text{л/с}}}{4} \quad (13)$$

$$N_{\text{отд}} = \frac{26}{4} = 7 \text{отд.}$$

В соответствии с расписанием выезда по номеру 3, к месту пожара следуют: 8 АЦ, 2 АЛ, 1 АШ. Сил и средств для тушения пожара достаточно.

Исходя из функциональной пожарной опасности административного здания, помещений здания и контингента эвакуируемых людей, эвакуация будет представлять собой процесс организованного самостоятельного движения людей наружу из помещений. Эвакуация будет осуществляться по путям эвакуации через эвакуационные выходы, в случае необходимости – вывод людей в сопровождении пожарных, вынос пострадавших на руках и носилках, без использования автолестниц, спасательных веревок.

Работник, обнаруживший загорание, при звонке в пожарную охрану и должен сообщить:

- «место пожара, корпус, цех, по возможности с указанием координатной сетки, внутри или снаружи здания;
- характер загорания, вид оборудования, и, по возможности, какой материал горит;
- фамилия, имя, отчество, должность, номер телефона» [1].

Дежурный, получив сообщение о возникновении пожара на объекте, должен:

- «немедленно сообщить в пожарную охрану по прямой связи или по телефонам 73-86-21, 11-01;
- дать распоряжение, ответственному лицу за электроснабжение, отключить электроэнергию, подаваемую в зону пожара. При этом по условиям пожара, по возможности сохранить питание систем вентиляции, установки ППА, действующих на тушение пожара;

- определить возможные пути распространения пожара, угрозу людям, оказавшемуся в зоне пожара и пути эвакуации;
- организовать с помощью дежурного персонала тушение пожара имеющимися на объекте средствами пожаротушения (огнетушители ОП-5 и ОП-10, пожарные краны) и при необходимости эвакуацию персонала;
- дать задание дежурному цеха ППА проверить включение автоматической установки пожаротушения. Приведение в действие системы ППА: ручной запуск установок пожаротушения находится у противопожарных стен с северной стороны возле узлов ППА и ворот;
- обеспечить с помощью дежурного персонала, хорошо знающего расположение подъездных путей и водоисточников, встречу пожарных подразделений, оформление письменного допуска работников ПЧ к тушению пожара;
- направить к месту пожара аварийную газоспасательную службу;
- известить руководство объекта (начальника структурного подразделения) в котором произошел пожар;
- обеспечить максимальную водоотдачу повышением давления в водопроводной сети и возможным отключением водопотребителей совместно с работниками ЭП» [18].

Целью создания системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты является предотвращение пожара, обеспечение безопасности людей и защита имущества при пожаре. Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности. Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты в обязательном порядке должна содержать комплекс мероприятий, исключающих возможность превышения значений допустимого пожарного риска, установленного в №



123-ФЗ, и направленных на предотвращение опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара.

Помещения ООО «СамараНИПИнефть» оборудованы АПС выполненной дымовыми и тепловыми извещателями ИП-212-95. Сигнал срабатывания выведен на контрольно-приемный прибор «Гранит-24», установленный в здании диспетчерской у охраны. Установки автоматического пожаротушения отсутствуют. Установлены дымовые пожарные извещатели «ДИП-212», тепловые пожарные извещатели «ИП-212-41м», ручные пожарные извещатели «ИПР-55». Существующая система автоматической пожарной сигнализации в административном здании ООО «СамараНИПИнефть» представлена на рисунке 4.

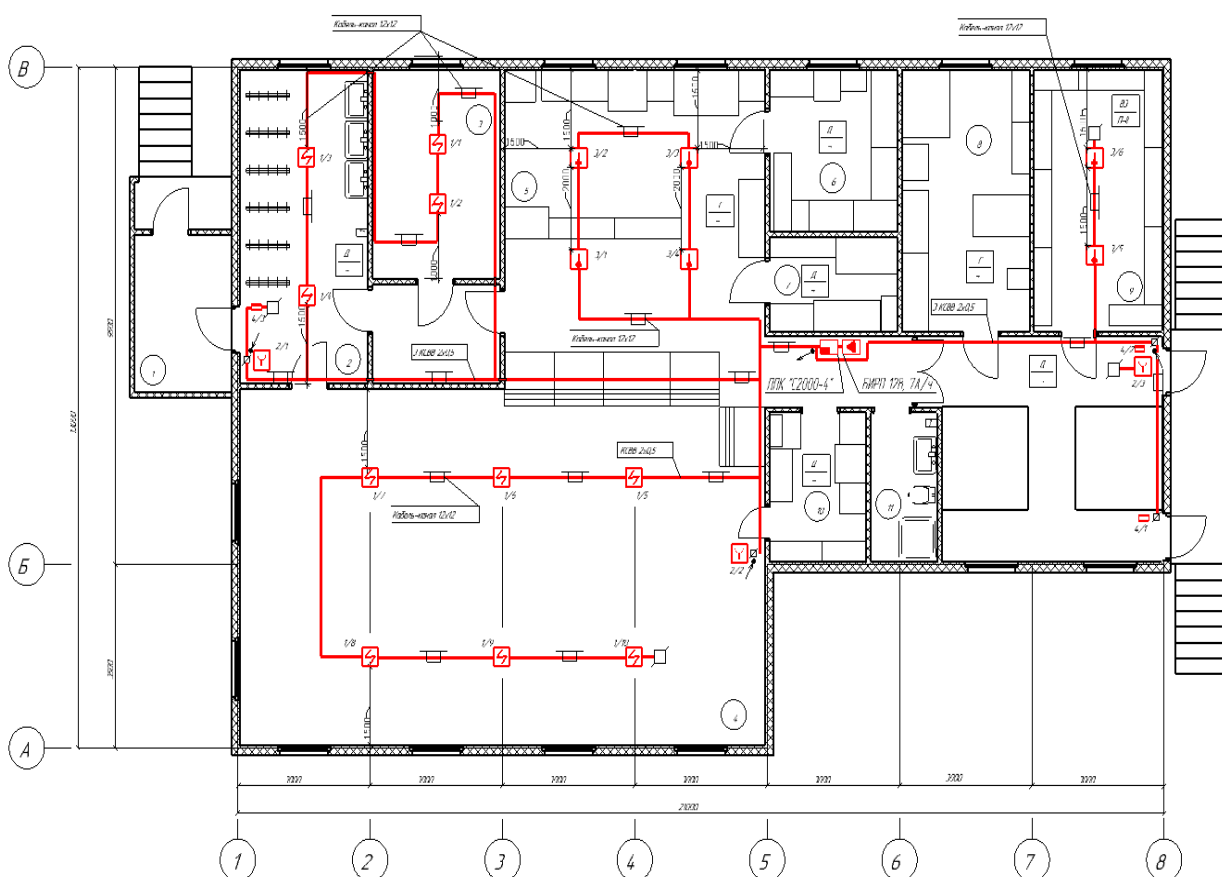


Рисунок 4 – Схема существующей автоматической пожарной сигнализации в административном здании ООО «СамараНИПИнефть»

На данный момент существующая пожарная сигнализация ООО «СамараНИПИнефть» обеспечивает минимально необходимый уровень эффективности, но для максимального уровня эффективности эффективно наладить работу автоматической пожарной сигнализации и увеличить точность ее срабатывания.

#### Выводы по первому разделу

В первом разделе охарактеризована существующая система пожарной сигнализации в ООО «СамараНИПИнефть». Помещения оборудованы АПС выполненной дымовыми и тепловыми извещателями ИП-212-95. Сигнал срабатывания выведен на контрольно-приемный прибор «Гранит-24». Установлены дымовые пожарные извещатели «ДИП-212», тепловые пожарные извещатели «ИП-212-41м», ручные пожарные извещатели «ИПР-55».

В первом разделе проведен анализ пожарной безопасности объектов промышленной инфраструктуры. Поскольку объекты промышленной инфраструктуры сочетают в себе огромный поток рабочего персонала и большое количество случаев эксплуатации промышленных средств, то они являются источником повышенной опасности. Именно поэтому на объектах промышленной инфраструктуры применяются наиболее прогрессивные системы безопасности и обеспечения жизнедеятельности, как правило, с многократным дублированием и резервированием для повышения надежности эксплуатации.

Таким образом, для организации пожарной безопасности на объекте промышленной инфраструктуры необходимо обеспечение предприятия современными способами первичного пожаротушения, средствами оповещения о пожаре, средствами своевременной эвакуации, разработка планов расстановки промышленных средств, позволяющая их безопасное хранение.

## **2 Теоретические аспекты методологии обеспечения пожарной безопасности на ОПО**

### **2.1 Проведение литературного обзора по теме магистерской диссертации**

При проведении литературного обзора по теме магистерской диссертации были подобраны следующие источники научной литературы:

В книге Н. Хайна показана «взаимосвязь геологии нефти, разведки, бурения и добычи» [33]. Подробно рассказывается «как образуется нефть, какие геологические процессы при этом происходят, о горных породах и минералах, слагающих земную кору, о возрасте горных пород, об образовании складок и разломов, о породах-коллекторах, в которых собирается нефть» [33]. Особое внимание автор уделяет «бурению скважин, в том числе подготовительным работам, технологиям и способам бурения, осложнениям, возникающим при бурении, опробованию и заканчиванию скважин на суше и на море, их капитальному ремонту» [33]. В книге рассказывается «о промысловой обработке нефти и ее хранении, о добыче, механике пласта, запасах нефти и газа и методах их подсчета, а также об усовершенствованных методах добычи нефти» [33].

В книге В.И. Кудинова описана «история развития нефтяной и газовой промышленности в России и СССР» [7]. Освещены «вопросы поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений, способы бурения скважин, в том числе горизонтальных и боковых горизонтальных стволов» [7]. Излагаются основные вопросы, связанные с «добычей, сбором и транспортом нефти и газа» [7]. Рассмотрены «тепловые методы, в том числе новые, для разработки месторождений с вязкими и высоковязкими нефтями» [7]. Уделено внимание вопросам «ухудшения проницаемости призабойных зон пласта и новым методам их увеличения» [7].

Книга S. Lieb посвящена «новым тенденциям, определяющим характер мировой экономики, политики и финансовых рынков в начале XXI века: рост цен на нефть, обусловленный превышением спроса на этот основной энергоноситель над его предложением» [32].

Книга F. Gray знакомит с «основами нефтедобывающей промышленности и с опытом мировых нефтяных корпораций» [30]. Описаны «методы оценки пласта, добычи и переработки нефти и газа, буровое оборудование» [30]. В книге обсуждаются «новые технологии и перспективы развития отрасли» [30].

В книге D. Yergin предложены размышления «о характере освещения истории нефтяной промышленности» [34]. Содержание издания «дает ключ к пониманию того, как нефть стала одним из определяющих факторов развития мировой экономики, и как она будет продолжать играть ключевую роль в будущем» [34].

В издании L.P. Dake освещен «широкий круг вопросов, связанных с разработкой нефтяных и газовых месторождений. Характерной особенностью книги является ее практическая направленность. Физические основы разработки месторождений представлены с помощью простых и удобных для практического применения математических методов. Помимо теоретических материалов, почти в каждой главе приведены задания для развития практических навыков специалистов нефтегазовой отрасли» [31].

В книге Н.В. Бобрицкого перечислены «основные сведения о нефтяной и газовой промышленности, о геологии, добыче и переработке нефти, газа и газового конденсата, транспортировке нефти, газа, газового конденсата и продуктов их переработки» [2].

В монографии К.А. Клещева изложены «общие сведения по месторождениям России, приведена геологическая и нефтепромысловая характеристики залежей нефти, газа, газового конденсата, даны физико-химические параметры флюидов, проведено нефтегазогеологическое (традиционное и по геодинамическим критериям) районирование территорий

и показано размещение месторождений и определена их приуроченность к тектоническим структурам» [5].

В книге А.В. Лаврентьева проведен «анализ причин возникновения пескопроявлений и его последствий, исследование методов и технологий управления осложнениями, обусловленных пескопроявлениями (методы противопесочной фильтрации, методы химического закрепления пластов)» [8].

Е.Г. Леонов анализирует «физику явления, методы расчета циркуляционной системы при промывке, продувке и цементировании скважин, вопросы взаимодействия скважин и пластов» [9].

В учебнике Ю. В. Вадецкого даются краткие сведения из общей и нефтепромысловой геологии. Описываются «принципы разработки нефтяных и газовых месторождений, а также способы эксплуатации нефтяных и газовых скважин. Приводятся данные о буровых установках и методах их сооружения» [3].

Источники периодических изданий:

В статье А.З. Саушина и А.А. Гулина рассмотрен «новейший метод укрепления ствола скважины во время буровых работ с помощью системы магнит - магнитная буровая жидкость. Описаны физико-химические свойства магнитного раствора. Выявлены преимущества данного бурового раствора над существующими, и описаны решаемые проблемы с помощью данной системы» [21].

В статье Д.О. Макушкина и С.Н. Пущаева представлены «варианты компоновок стволовых частей противовыбросового оборудования с использованием многофункциональных плашечных превенторов» [10].

В статье Р.Р. Фархутдинова рассматривается технология «проведения гидроразрыва пласта в скважинах, в которых вскрыт водонефтяной контакт» [29].

Предметом статьи А.С. Реснянской и А.Ю. Игаевой является «анализ и выбор путей решения проблемы обеспечения промышленной и пожарной

безопасности на объектах нефтяной и газовой промышленности. Кратко изложена и обобщена информация по требованиям в данных областях к современным нефтегазодобывающим и перерабатывающим комплексам. Рассмотрено влияние объемно-планировочных, конструкторских, организационно-управленческих и технологических решений на состояние пожарной безопасности на объектах нефтедобывающего промысла» [20].

Р.М. Тагиев и Л.У. Чабаев на основании типа и мощности фонтана определяют «наиболее подходящий метод ликвидации открытого фонтана путем: герметизации устья скважины с последующим ее глушением; создания в стволе скважины искусственного пакера; закачивания жидкости в ствол аварийной скважины; отвода газа в наклонно направленные скважины; интенсивного отбора газа из призабойной зоны фонтанирующей скважины через наклонно направленные скважины; заводнения газового пласта; подземного направленного взрыва» [25].

В статье В.С. Клубань и В.И. Юрьева проведён «анализ причин пожаров и взрывов на угольных шахтах России и рекомендаций о путях их предотвращения» [6].

В статье Н.Н. Панасенко, А.В. Синельщикова и П.В. Яковлева рассмотрены «техногенные риски, возникающие при строительстве и эксплуатации нефтегазовых комплексов. Техногенные риски представлены с позиции безопасности промышленных объектов на акватории и в прибрежной зоне, рассмотрено влияние этих объектов на экологию. Анализ рисков проведён с учётом мирового опыта, а также произошедших инцидентов на существующих объектах морской нефте- и газодобычи» [17].

В статье К.В. Ремишевской, Д.Ю. Захарова и Ю.С. Гонтарь приведены данные «об актуальном распределении нефтегазовых запасов в России. Рассмотрены проблемы, возникающие при освоении углеводородного сырья» [19].

В статье Г.К. Таймановой и Р.Е. Пак «рассматривается потенциал беспилотных летательных аппаратов для мониторинга и картографирования нефтепроводов в целях безопасности» [26].

Нормативные документы:

Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Данный закон «определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности эксплуатирующих опасные производственные объекты юридических лиц и индивидуальных предпринимателей к локализации и ликвидации последствий указанных аварий» [13].

Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании». Данный закон регулирует «отношения, возникающие при разработке, принятии, применении и исполнении обязательных требований к продукции, в том числе зданиям и сооружениям» [14].

ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда». Настоящий стандарт устанавливает «общие требования пожарной безопасности к объектам защиты различного назначения на всех стадиях их жизненного цикла: исследование, разработка нормативных документов, конструирование, проектирование, изготовление, строительство, выполнение услуг, испытание, закупка продукции по импорту, продажа продукции, хранение, транспортирование, установка, монтаж, наладка, техническое обслуживание, ремонт, эксплуатация и утилизация» [22].

Таким образом, проведен литературный обзор по теме магистерской диссертации: прогнозирование возможных аварий на ОПО и пути снижения тяжести последствий пожаров и взрывов на объекте. В обзоре проанализированы источники научной литературы, источники периодических изданий, а также нормативно-правовые документы.

## 2.2 Методы, снижающие аварийность на ОПО при бурении

Нефтегазовые технологические процессы классифицируются несколькими способами. Классификация основных их них отражена на рисунке 5.



Рисунок 5 – Классификация технологических процессов в нефтегазовой отрасли

Наряду с представленной выше классификацией, можно отметить существование других технологических процессов, для классификации которых в качестве критерия может использоваться такой показатель, как время работы над месторождением. Здесь в виду имеются такие процессы, как производство тендера, непосредственное выполнение работ и подведение итогов деятельности в целом. Приступив к выполнению работ субъект, уполномоченный их осуществлять, в целях разработки месторождения должен ознакомиться с требованиями безопасности, материализовать эффективный контроль в отношении их соблюдения, оценить возможные риски, организовать процесс обучения персонала. На заказчика также возлагаются определенные обязанности, в том числе он обязан предоставить



исполнителю работ достоверных сведений в необходимом объёме, сюда также входит организация и проведение предусмотренных в планах обязательных проверок. Качество этих мероприятий, реализуемых при использовании системного подхода, определяет эффективность выполнения совместной работы на условиях взаимодействия с подрядными организациями в целях недопущения развития непредвиденных аварийных и других нештатных ситуаций.

Далее следует этап безопасного бурения скважины. До середины двадцатого века открытие месторождений сопровождалось прорывом фонтана нефти. В настоящее время такое считается недопустимым, поскольку из-за фонтанирования нефти происходит колоссальное загрязнение территории и окружающей среды. При этом увеличивается многократно риск взрывов и пожаров из-за выхода газов, избежать которые позволяет буровой раствор, закачиваемый в скважину под огромным давлением. Этот раствор с точно рассчитанной плотностью задерживает нефть в пласте, не позволяет вырываться на поверхность фонтану нефти и газам (состояние газонефтеводопроявление).

Данный способ эффективен как при нежелательных и губительных выбросах, так и обеспечивает сохранность стенок самой скважины, не допуская их обрушения и прихвата бура, который замедляет или прекращает вращение. При таких аварийных ситуациях возникают угрозы потери дорогостоящего оборудования, травмирование персонала, ведущим бурение.

Изобретение противовыбросового превентора принадлежит Соединенным Штатам (1922 г.). Дж. Аберкромби (рабочий-бурильщик неоднократно попадавший под фонтаны нефти) и Г. Кэмерон (инженер и руководитель фирмы по изготовлению нефтяного оборудования) – им принадлежит это изобретение.

В наши дни фонтанирование нефти расценивается как чрезвычайная ситуация и на такие случаи задействуют военизированные аварийно-спасательные подразделения. Любой нефтедобывающий район имеет такие

формирования, обладающие высоким профессионализмом в ликвидации последствий данного вида ЧС.

Одной из первостепенной важности задач в районе буровых работ – это обеспечение безопасности водных горизонтов (питьевая вода), не допустить попадания в них из ниже расположенных пластов нефти, солевых растворов и иных загрязняющих веществ. Это удастся сделать благодаря конструктивным особенностям скважин – наличие обсадных колонн, препятствующих попаданию в грунтовые воды загрязняющих веществ. Использование его эффективно на глубинах в пределах 100 – 600 м., и этой глубины вполне достаточно.

Обсадные трубы отделены от стенки скважины цементированным пространством, предотвращающим любой проникновение загрязнений. С помощью центраторов (муфта) обеспечивается точная центровка обсадных труб относительно стенок скважины и равномерное заполнение цементным раствором пространства.

Превентор, о котором указывалось выше, обеспечивает безопасность. Располагается он в начале скважины (устье) и защищает от нежелательных выбросов нефти и газов на поверхности. Как правило в работе участвуют несколько превенторов различных видов: универсальный превентор обладает мощным резиновым уплотнительным кольцом, подходящим для любого диаметра бурильной трубы; планшетный превентор может сдерживать высокие давления, но применимы только к определенным диаметрам труб. Имеются превенторы полностью блокирующие скважины.

Основным хранителем скважин является противовыбросовое оборудование, состоящим из барьерного механизма – превентор (рисунок 6), располагаемые в створе скважины и обеспечивающие ее герметизацию. Они достаточно плотно прилегают к бурильной колонне, иногда в сложных ситуациях отрезают колонну от вышки.

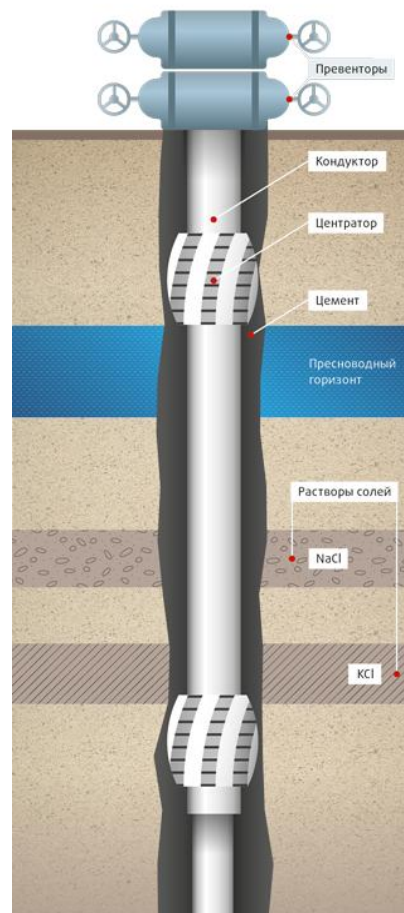


Рисунок 6 – Плащечный превентор

В итоге в скважине останутся буровые приспособления, она будет закрыта наглухо, но применения в буровых работах подобного устройства необходимы и обязательны.

В последние годы чтобы обеспечить приток в скважину углеводородного сырья применяется способ гидроразрыва пласта (ГРП). При таком способе обеспечивается с высоким давлением закачка раствора, содержащего гранулы (проппант). Гранулы внедряются по трещинам, что не позволяем им соединиться и перекрывают уход сырья по ним. Кроме этого способа для вытеснения нефти из пласта применяются химические растворы. Только при верно выстроенной технологии бурения все эти соединения из растворов не поступят в почву или в водные горизонты. Нефтяные скважины в последние годы имеют такое устройство, когда полностью изолируется

нефтяной пласт от других пластов, расположенных выше с помощью колонны-кондуктора, превенторы находящиеся в устье скважины обеспечивают защиту от выбросов, в случае попадания в нефть используемых в работе растворов, они далее будут удалены в процессе подготовки нефти.

### **2.3 Методы, снижающие аварийность при эксплуатации ОПО**

Объекты нефтегазовых месторождений – «особо опасные производственные объекты, поэтому для обеспечения пожаробезопасности установкой огнетушителей не ограничиваются. Для комплексной защиты всех звеньев производственной цепочки существует масса многоуровневых средств и систем пожаротушения на предприятии. Инфраструктура любого промышленного предприятия наполнена пожаробезопасными элементами, причём они закладываются на этапе проектирования объекта» [3].

«Из-за жёстких нормативов в сфере пожарной безопасности проекты строительства промплощадок обязательно предусматривают уже схематически заложенную систему противопожарных мер. Перед строительством объект «зонируют» с учётом уровня пожаровзрывоопасности технологических процессов и сооружений. Производственные площадки обязательно имеют специальные выезды для удобства передвижения пожарной техники в случае возгорания. На территории предприятия должно быть предусмотрено не менее 2 въездов с устройством площадок для размещения пожарных машин» [3].

Безусловно, на каждом предприятии есть «простые», но временем доказавшие свою эффективность противопожарные средства: «пожарные гидранты, огнетушители, ящики с песком, индивидуальные средства защиты. По всему периметру объекта обязательно действует система сигнализации, которая мгновенно оповещает персонал о возгорании» [20].

«Для производства очень важна сеть водопроводных систем: она включает в себя насосные станции, резервуары, водозаборные сооружения. Все эти средства нужны для заполнения водой автоматических систем пожаротушения, которые устанавливаются в пожароопасных зонах предприятия. Типы систем пожаротушения: водяные, порошковые, пенные, газовые, аэрозольные» [20].

«Все установки работают по принципу распыления огнетушащего вещества под давлением. В пределах пожароопасной зоны проводится трубная разводка, оснащённая специальными оросителями. При срабатывании датчиков через них в зону горения подаётся гаситель, который перекрывает доступ к кислороду, и возгорание прекращается» [20].

«Настолько опасным в плане пожаров добывающим предприятиям недостаточно стандартного набора противопожарных средств. На производстве применяются индивидуальные решения – их выбор зависит от деятельности предприятия. Например, нефтегазовые месторождения и НПЗ нуждаются в массе дополнительных противопожарных мер из-за специфики углеводородного сырья и продуктов его переработки, которые имеют способность легко воспламеняться» [25].

Каждое нефтяное или газоперерабатывающее предприятие в обязательном порядке оснащается противопожарными системами, причем речь идет о любом оборудовании, которое используется для переработки или хранения углеводородного сырья и продуктов (установка ЭЛОУ-АВТ, ректификационная колонна, резервуар и др.).

«На месторождениях нефтяники оснащают противопожарными системами буровые установки, установки системы сбора, подготовки и транспорта нефти, резервуары и многое другое. У противопожарных систем шахт и подземных рудников своя специфика, поскольку в недрах земли таится принципиально другая опасность. В горных выработках содержится взрывоопасный газ метан – именно из-за его выбросов происходит большая часть пожаров. Уровень метана в горных выработках контролирует целая

сеть систем: газоанализаторы, вакуумные насосы, разнообразные датчики» [9].

«В целях пожарной безопасности при строительстве подземных месторождений предусматривают шахтную вентиляцию, которая значительно снижает вероятность взрывов. Также в горных выработках строят каменные или бетонные перемычки с проёмами, а возле перемычек устраивают ниши для хранения песка, кирпича, глины и досок. По всем выработкам и стволам прокладываются трубопроводы с пожарными кранами, которые мгновенно устраняют распространение огня» [9].

«Оборудование, эксплуатируемое под землёй, изготавливается во взрывозащищённом исполнении, ленточные конвейеры оснащают автоматическими противопожарными установками. Также в шахтах и рудниках работают мощные комплексы систем мониторинга: хоть они не устраняют само воспламенение, зато помогают своевременно выявить внештатную ситуацию, эвакуировать горняков и оперативно ликвидировать ЧП» [9].

«Одной из главных причин пожаров в подземных выработках до сих пор является человеческий фактор, поэтому в шахтах и рудниках пристально следят за горняками. Для контроля работы персонала внедряется масса решений – системы позиционирования, видеонаблюдения, поиска людей, системы аварийной подземной связи, индивидуального средства контроля за уровнем газов» [5].

«На открытых карьерах огромное значение приобретает защита карьерной техники. Большегрузные самосвалы, погрузчики, бульдозеры очень подвержены воспламенениям – из-за практически непрерывного времени работы, высокой рабочей температуры и скопления легковоспламеняющихся продуктов. Для защиты от возгораний в спецтехнике предусмотрены огнетушители. Кроме того, широко применяют автоматические системы пожаротушения, контролирующие ключевые узлы машин» [5].

«Программно-аппаратные комплексы обычно включают в себя системы обнаружения, а также модули пожаротушения и системы дистанционного включения. Термочувствительные датчики системы мгновенно реагируют на критическое превышение температуры в той или иной части грузовика. Гасящий состав под давлением поступает в зону воспламенения, предупреждая или ликвидируя возгорание» [5].

«Перечисленные меры противопожарной безопасности далеко не всегда являются залогом полной защиты промышленного объекта от распространения пожаров. Дело в том, что большинство месторождений располагаются в удалённых районах. В случае крупного возгорания без пожарных служб не обойтись, зачастую им невозможно добраться до места оперативно» [5].

«Поэтому предприятия формируют собственные пожарные посты непосредственно на производственных объектах. Они мало чем отличаются от пожарных частей: в арсенале таких постов – полный комплекс пожарной техники и специального обученного персонала. Любое месторождение, на котором идет добыча нефти – это большое количество трубопроводов, по которым нефть с отдельных скважин или кустовых площадок доставляется на установку подготовки нефти. Так как месторождения порой занимают десятки квадратных километров, длина трубопроводов может быть значительной, а пролегают они в не самых легкодоступных местах. Кроме того, неочищенная нефть – довольно агрессивная среда, поэтому на таких трубопроводах может достаточно быстро развиваться коррозия, приводящая к утечкам и аварийным разливам» [19]. «Если у магистральных нефтепроводов нормативный срок эксплуатации превышает 30 лет, а фактический может достигать 50, то промысловые трубопроводы разрушаются за 5–10 лет» [10].

«Чтобы избежать повреждений труб и разливов нефти, сегодня применяются разнообразные способы диагностики состояния труб и средства их защиты. Одно из таких решений – внутритрубный снаряд, устройство,

которое проталкивается по трубе давлением нефти. На нем установлены специальные датчики, которые сканируют стенки трубы сантиметр за сантиметром, выявляя дефекты. Хотя внутритрубная диагностика уже давно не новость и активно применяется на магистральных нефтепроводах, для промысловых трубопроводов, диаметр которых заметно меньше, использовать ее стали не так давно» [10]. Надо отметить, что в России «Газпром нефть» – один из лидеров в этой области. «В компании даже были разработаны собственные приборы, лучше приспособленные для решения задач диагностики промысловых нефтепроводов, чем имеющиеся на рынке решения» [21].

«Также для выявления утечек сегодня используются беспилотные летательные аппараты. Беспилотник летит на определенной высоте над трубой и фиксирует возможные места утечек. Одним из главных показателей здесь является температура, ведь у добываемой нефти она выше, чем температура на поверхности. Беспилотник оборудован тепловизором, который фиксирует повышение температуры и отмечает координаты места. Кроме того, аппарат делает видеозапись, которую просматривает оператор. Все это позволяет быстро найти утечку и ликвидировать ее последствия, пока еще не нанесен значительный вред» [26].

«Связь с некоторыми удаленными месторождениями возможна только через спутник. На случай ее аварийного прекращения существует четкий план, который позволяет обеспечить безопасность людей на вахте и уже в течение суток восстановить контроль над промыслом. Для защиты труб от коррозии и любых механических повреждений применяют специальную изоляцию, которую наносят не только снаружи, но и внутри. Кроме того, используют ингибиторы коррозии – вещества, которые закачивают в трубу для образования защитной пленки на ее стенках» [26].

«Что касается возможных утечек нефти прямо на кустовой площадке, например, в результате разгерметизации фонтанной арматуры, то на этот случай существует так называемый глиняный замок, который не позволит



жидкости попасть в окружающую среду. Нефть будет скапливаться на кустовой площадке как в огромной ванне, пока добыча не будет остановлена» [26].

Выводы по второму разделу

Во втором разделе проведен литературный обзор по теме магистерской диссертации. В обзоре проанализированы источники научной литературы, источники периодических изданий, а также нормативно-правовые документы.

На нефтегазовых месторождениях всегда присутствует глобальная сеть трубопроводов, по которым нефть направляется из скважин по ее добыче к установкам первичной подготовки. Длина трубопроводов зависит от величины самого нефтяного месторождения, поэтому необходим комплекс мер, направленный на обеспечения диагностики труб и выработки средств для их защиты.

В качестве такого средства можно привести внутритрубный снаряд, который может передвигаться по внутритрубному пространству под напором нефти. Передвигаясь внутри трубопровода снаряд с помощью датчиков, расположенных на нем, сканирует стенки трубопровода, сообщая о найденных дефектах. Такой способ диагностики известен достаточно давно, но он использовался в основном для магистральных трубопроводов. Промысловые трубопроводы обладают значительно меньшим диаметром, что ранее усложняло подобный способ диагностики.

Всякий процесс производства разработки нефтяных месторождений сопровождается определёнными рисками, обусловленными потенциальной возможностью утечек нефти, развитием разнообразных аварийных ситуаций (пожары и взрывы, получение травм персоналом при выполнении своих обязанностей, неисправности технологического оборудования и последствия таких поломок), все эти аспекты являются объектом обязательного учёта в процессе разработки плана мероприятий по обеспечению промышленной безопасности.

### **3 Применение технических, организационных мероприятий для обеспечения пожарной безопасности ОПО**

#### **3.1 Патентно-информационный поиск решений для улучшения эффективности обеспечения пожарной безопасности ОПО**

Целью создания системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты является предотвращение пожара, обеспечение безопасности людей и защита имущества при пожаре. Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности [28]. Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты в обязательном порядке должна содержать комплекс мероприятий, исключающих возможность превышения значений допустимого пожарного риска, установленного в № 123-ФЗ, и направленных на предотвращение опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара. Хотя область пожаротушения достаточно консервативна, тем не менее инновационные технологии с каждым годом внедряются все быстрее и быстрее.

Согласно требованиям пожарной безопасности СП 484.1311500.2020 о автоматической пожарной сигнализации для обеспечения превентивных мер в пожарной безопасности в административном здании ООО «СамараНИПИнефть» предлагается разработка системы АПС с системой оповещения о пожаре 2-го типа. В частности, к использованию предлагается АПС на основе интегрированной системы охраны «Орион». «Сегодня подобная интегрированная система охраны – это целый комплекс приборов, устройств и программного обеспечения, которые связаны между собой. Благодаря этому возможно построить систему безопасности практически

любой сложности, от маленького объекта, до сети крупных промышленных объектов, разбросанных на большой территории друг от друга» [23].

В состав АПС войдут следующие элементы:

- «ПЭВМ;
- пульт контроля и управления охранно-пожарный;
- резервированный источник питания;
- аккумуляторная батарея;
- шлейфы сигнализации с пожарными извещателями;
- датчики дымовые ИП 212-3СУ;
- датчики тепловые ИП 103-5/2-А1;
- датчики ручные ИПР-513-3А» [11].

При выборе состава предлагаемой АПС был проведен анализ характеристик помещения. Отображение способа подключения к ПК представлено на рисунке 7.

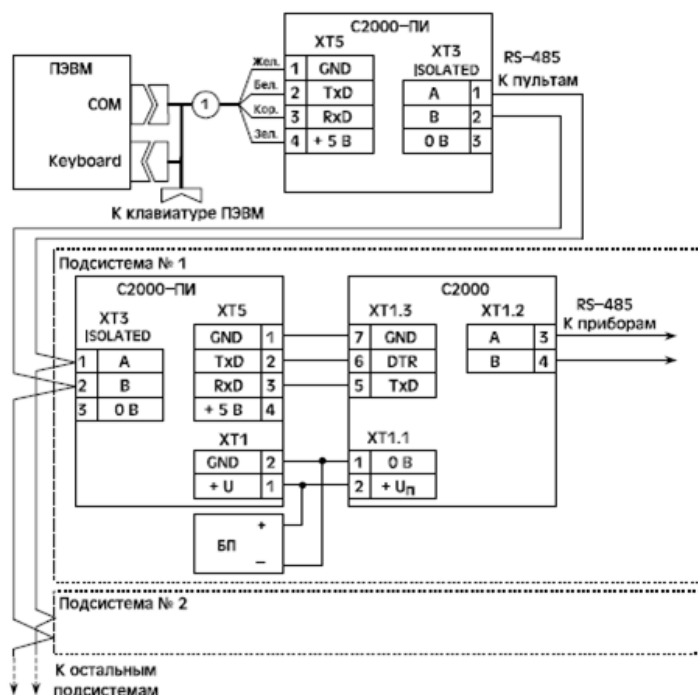


Рисунок 7 – Схема подключения пультов к компьютеру

«Пульт контроля и управления охранно-пожарный предназначен для информационного объединения приборов с целью организации единого центра управления и сбора системных сообщений, объединения шлейфов сигнализации в разделы, создания перекрестных связей между разделами и выходами приборов, расширения возможностей отображения информации» [18].

Технические характеристики:

- «количество приборов, подключаемых к линии RS-485, не более – 127;
- жидкокристаллический индикатор – 2 строки x 16 символов, с подсветкой;
- питание прибора – от внешнего источника постоянного тока;
- напряжение питания – 10,2 ч 28,4В постоянного тока;
- подключение к ПК – через интерфейс RS-485 с помощью преобразователя интерфейсов;
- рабочий диапазон температур – от +1 до +55°C;
- степень защиты корпуса – IP20;
- габаритные размеры – 140x114x25мм» [11].

Внешний вид прибора показан на рисунке 8.



Рисунок 8 – Внешний вид прибора [16]

«Электропитание преобразователей интерфейсов RS-232/RS-485 осуществляется от компьютера или от внешнего источника питания. Функционирование преобразователей интерфейсов RS-232/RS-485 основано на передаче информации с одной линии интерфейса на две другие; направление передачи определяется автоматически. Светодиод ведущей линии светится зелёным светом» [17].

«Преобразователь интерфейсов RS-232/RS-485 обеспечивает защиту от короткого замыкания в линии интерфейса RS-485, возникший из-за замыкания в одной из линий длительный логический ноль не передаётся в две другие линии. Нормальная работа восстанавливается при обнаружении в данной линии логической единицы» [17].

На рисунке 9 показана типовая схема подключения преобразователя интерфейсов.

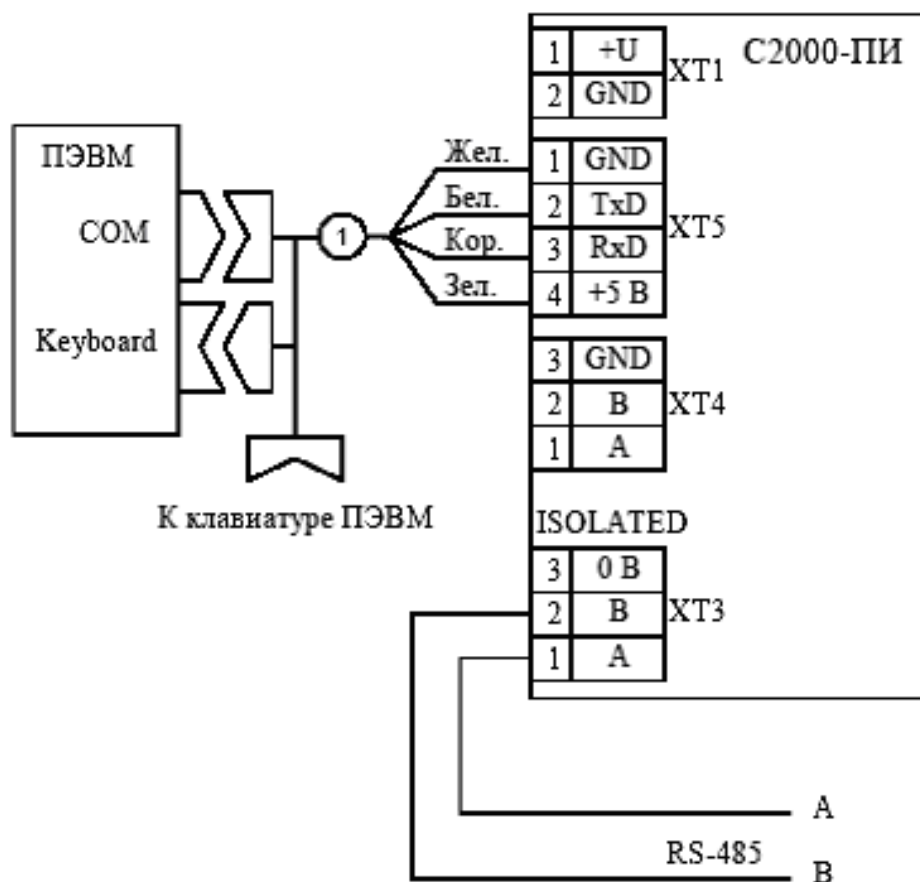


Рисунок 9 – Типовая схема подключения преобразователя интерфейсов



Пульт контроля и управления «С 2000» необходим для:

- «индикация извещений от подключенных приборов о снятии, взятии, не взятии, срабатывании ШС с указанием номера ШС, номера (сетевого адреса) прибора и текущего времени;
- индикация извещений от приборов о низком напряжении питания с указанием сетевого адреса и текущего времени;
- запоминание 10 последних извещений с возможностью их просмотра настройка конфигурации ШС без необходимости отключения других приборов сети охранно-пожарной сигнализации;
- подключение новых приборов без необходимости отключения питания с автоматическим распознаванием подсоединяемых устройств (режим PLUG & PLAY);
- ограничение доступа к функциям управления с помощью многоуровневой системы паролей;
- встроенные часы с возможностью настройки» [11].

Прибор приемно-контрольный (ППК) Сигнал-20П обеспечивает выполнение следующих основных функций:

- «возможность работы в режимах: приемно-контрольный прибор, приемно-контрольный охранный прибор или приемно-контрольный охранно-пожарный прибор;
- возможность определения срабатывания одного или двух пожарных извещателей в каждом шлейфе;
- возможность передачи извещений: норма, обрыв шлейфа, сработка извещателя, тревога, пожар, взятие под охрану, снятие с охраны, авария источника питания, восстановление источника питания, тихая тревога, вскрытие корпуса, восстановление блокировки корпуса» [11].

«Извещатель пожарный дымовой оптико-электронный предназначен для обнаружения загораний, сопровождающихся появлением дыма в закрытых помещениях различных зданий и сооружений, и выдачи извещений» [11].

Технические характеристики:

- «чувствительность извещателя соответствует задымленности окружающей среды с оптической плотностью 0,05...0,2 дБ/м;
- инерционность срабатывания извещателя при достижении пороговой удельной оптической плотности окружающей среды не превышает 10 с;
- потребляемый извещателем ток не более 0,5 мА;
- время технической готовности извещателя не более 60 с;
- рабочий диапазон температур от минус 30 до +55°С;
- габаритные размеры извещателя вместе с розеткой диаметр 100 мм высота 47 мм;
- масса не более 0,2 кг;
- тип монтажа – потолочный» [11].

Внешний вид датчика показан на рисунке 11.



Рисунок 11 – Внешний вид датчика



«Извещатель пожарный ручной адресный предназначен для формирования сообщения о пожаре при нажатии на клавишу» [11].

Технические характеристики:

- «ток потребления 0,5 мА;
- время фиксации нарушения зоны не более 300 мс;
- время технической готовности не более 15 с;
- рабочий диапазон температур от минус 30 до +55°С;
- относительная влажность до 93% при +40°С;
- габаритные размеры не более 95x91x33 мм;
- масса не более 0,15 кг» [11].

Внешний вид датчика показан на рисунке 12.



Рисунок 12 – Внешний вид датчика

В соответствии с СП 3.13130.2009 в здании предусматривается система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) 2-го типа. На рисунке 13 изображена схема монтажа в административном здании ООО «СамараНИПИнефть»

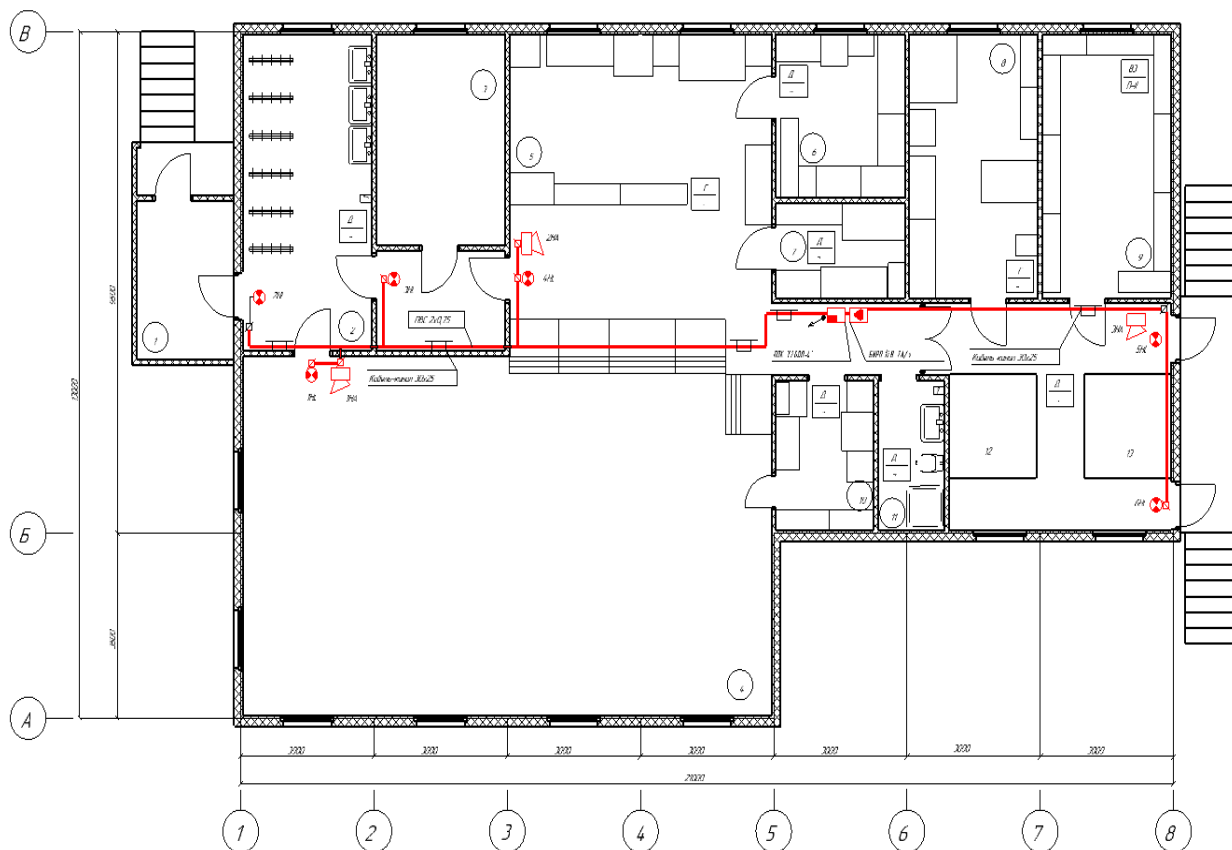


Рисунок 13 – Схема монтажа в административном здании ООО «СамараНИПИнефть» системы оповещения о пожаре и управления эвакуацией

«Система звукового оповещения о пожаре выполнена с применением звуковых оповещателей FNM-420-A-RD, которые подключаются к локальной системе безопасности» [14]. Выбор технических средств АПС произведен на основании анализа конструкторско-строительных характеристик здания и назначения помещений. Извещатели дымовые необходимо установить в количестве 24 штук (по два на помещение). Извещатель пожарный ручной устанавливается на пути эвакуации на стене, на высоте 1,5 м от уровня пола.

Предлагаемая система лучше прежней так как количество приборов, подключаемых к линии, увеличилось, теперь присутствует жидкокристаллический индикатор – 2 строки x 16 символов, с подсветкой и осуществлено подключение к ПК – через интерфейс RS-485 с помощью преобразователя интерфейсов. Что позволит максимально эффективно наладить работу автоматической пожарной сигнализации и увеличить точность ее срабатывания.

### **3.2 Анализ эффективности предложений по улучшению пожарной безопасности ОПО**

Для того, чтобы оценить экономическую эффективность в результате внедрения системы оповещения о пожаре и управления эвакуацией, составим для начала план его финансового обеспечения в таблице 2.

Таблица 2 – План финансового обеспечения мероприятия

Наименование мероприятия	Основание	Стоимость, руб.	Срок реализации	Ответственный
Внедрение системы оповещения о пожаре и управления эвакуацией	План мероприятий по улучшению пожарной безопасности на 2022 г.	423 000	4 кв. 2022 г.	Главный инженер

Смета расходов на мероприятие представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Смета расходов на мероприятие

Наименование рабочей зоны	Противопожарная муфта
Стоимость оборудования, руб.	276000
Стоимость проектирования, руб.	46000
Стоимость монтажных работ, руб.	101000
Итого, руб.	423000

Экономический эффект:

$$\mathcal{E}_2 = Y - Z \quad (14)$$

где « $\mathcal{E}_t$  – годовой экономический эффект, руб.;

$Y$  – величина потерь организации при пожаре, руб.;

$Z$  – затраты на реализацию мероприятия, руб» [1].

$$\mathcal{E}_2 = 690000 - 415000 = 275000 \text{ руб.}$$

Итак, предварительно экономический эффект является положительным значением.

Экономическая эффективность мероприятия:

$$\mathcal{E}_2 = \frac{Y}{Z} \quad (15)$$

где « $\mathcal{E}_t$  – годовой экономический эффект, руб.;

$Y$  – величина потерь организации при пожаре, руб.;

$Z$  – затраты на реализацию мероприятия, руб» [1].

$$\mathcal{E}_2 = \frac{690000}{415000} = 1,66$$

Чистый экономический эффект:

$$\text{ЧЭЭ} = \sum \mathcal{E}_t - Z_t, \quad (16)$$

где « $\mathcal{E}_t$  – результаты, достигнутые на  $t$ -ом шаге расчета;

$Z_t$  – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения» [1].

Чистый дисконтированный доход:

$$ЧДД = \sum_{t=0}^T (\mathcal{E}_t - Z_t + A_t) \frac{1}{(1+E)^t} \quad (17)$$

где « $\mathcal{E}_t$  – результаты, достигнутые на t-ом шаге расчета;

$Z_t$  – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения» [1].

Срок окупаемости:

$$T_{ок} = T - \frac{ЧДД_T}{ЧДД_{T+1} - ЧДД_T}, \quad (18)$$

где ЧДД – чистый дисконтированный доход.

Индекс доходности:

$$ИД = \frac{\sum_{t=0}^T (\mathcal{E}_t + A_t)(1+E)^{T-1}}{\sum_{t=0}^T K_t (1+E)^{T-1}}, \quad (19)$$

где  $\mathcal{E}_t$  – результаты, достигнутые на t-ом шаге расчета.

Результаты расчет экономической эффективности предлагаемого мероприятия представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Интегральные показатели эффективности мероприятия

Наименование показателей	Значение показателей по годам, руб.				
	1	2	3	4	5
Капитальные вложения	415000	0	0	0	0
Ежегодные затраты	-	21000	21000	21000	21000
Амортизация	-	4200	4200	4200	4200
Эффект	459600	459600	459600	459600	459600
ЧЭЭ	44600	438600	438600	438600	438600
ЧДД с нарастающим итогом	429500	419800	419800	419800	419800
Срок окупаемости	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Индекс доходности	1,6				

### Вывод по третьему разделу

В третьем разделе в качестве мероприятий в административном здании ООО «СамараНИПИнефть» согласно требованиям пожарной безопасности СП 484.1311500.2020 о автоматической пожарной сигнализации для обеспечения превентивных мер в пожарной безопасности в административном здании ООО «СамараНИПИнефть» предлагается разработка системы АПС с системой оповещения о пожаре 2-го типа. В частности, к использованию предлагается АПС на основе интегрированной системы охраны «Орион».

Выбор технических средств АПС произведен на основании анализа конструкторско-строительных характеристик здания и назначения помещений. Извещатели дымовые необходимо установить в количестве 24 штук (по два на помещение). Извещатель пожарный ручной устанавливается на пути эвакуации на стене, на высоте 1,5 м от уровня пола.

Предлагаемая система лучше прежней так как количество приборов, подключаемых к линии, увеличилось, теперь присутствует жидкокристаллический индикатор – 2 строки x 16 символов, с подсветкой и осуществлено подключение к ПК – через интерфейс RS-485 с помощью преобразователя интерфейсов. Что позволит максимально эффективно наладить работу автоматической пожарной сигнализации и увеличить точность ее срабатывания.

Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности. Выбор технических средств АПС произведен на основании анализа конструкторско-строительных характеристик здания и назначения помещений. Предлагаемая система лучше прежней, так как позволит максимально эффективно наладить работу автоматической пожарной сигнализации и увеличить точность ее срабатывания.

## Заключение

На данный момент времени главной проблемой системы обеспечения безопасности на объектах нефтедобычи является использование риск-ориентированного метода. Важно понимать, что именно благодаря проведению профилактических, превентивных мер можно будет добиться минимизации вероятности возникновения аварий, а также необходимости осуществления борьбы с их последствиями.

Отдельно стоит указать на существующие проблемы в сфере системы государственного регулирования, мониторинга и контроля за обеспечением необходимого уровня безопасности на различных промышленных объектах в том числе и на объектах сферы нефтяной промышленности.

При ориентации на существующие стандарты и правила, а также использование современной техники, можно свести к минимальной вероятности возникновения различных техногенных аварий. При этом в данной сфере важнейшую роль приобретает реализация системы государственного контроля.

Как правило, основной причиной возникновения различных техногенных катастроф является элементарное нарушение существующих норм и правил техники безопасности. По этой причине, руководство большей части нефтедобывающих компаний, делает основной упор на развитие и формирование у сотрудников трудовой культуры, что является основой для четкого следования существующим техническим регламентам и нормам безопасности.

В первом разделе охарактеризована существующая система пожарной сигнализации в ООО «СамараНИПИнефть». Помещения оборудованы АПС выполненной дымовыми и тепловыми извещателями ИП-212-95. Сигнал срабатывания выведен на контрольно-приемный прибор «Гранит-24». Установлены дымовые пожарные извещатели «ДИП-212», тепловые пожарные извещатели «ИП-212-41м», ручные пожарные извещатели «ИПР-

55».

В первом разделе проведен анализ пожарной безопасности объектов промышленной инфраструктуры. Поскольку объекты промышленной инфраструктуры сочетают в себе огромный поток рабочего персонала и большое количество случаев эксплуатации промышленных средств, то они являются источником повышенной опасности. Именно поэтому на объектах промышленной инфраструктуры применяются наиболее прогрессивные системы безопасности и обеспечения жизнедеятельности, как правило, с многократным дублированием и резервированием для повышения надежности эксплуатации.

Таким образом, для организации пожарной безопасности на объекте промышленной инфраструктуры необходимо обеспечение предприятия современными способами первичного пожаротушения, средствами оповещения о пожаре, средствами своевременной эвакуации, разработка планов расстановки промышленных средств, позволяющая их безопасное хранение.

Во втором разделе проведен литературный обзор по теме магистерской диссертации. В обзоре проанализированы источники научной литературы, источники периодических изданий, а также нормативно-правовые документы.

На нефтегазовых месторождениях всегда присутствует глобальная сеть трубопроводов, по которым нефть направляется из скважин по ее добыче к установкам первичной подготовки. Длина трубопроводов зависит от величины самого нефтяного месторождения, поэтому необходим комплекс мер, направленный на обеспечения диагностики труб и выработки средств для их защиты.

В качестве такого средства можно привести внутритрубный снаряд, который может передвигаться по внутритрубному пространству под напором нефти. Передвигаясь внутри трубопровода снаряд с помощью датчиков, расположенных на нем, сканирует стенки трубопровода, сообщая о



найденных дефектах. Такой способ диагностики известен достаточно давно, но он использовался в основном для магистральных трубопроводов. Промысловые трубопроводы обладают значительно меньшим диаметром, что ранее усложняло подобный способ диагностики.

Всякий процесс производства разработки нефтяных месторождений сопровождается определёнными рисками, обусловленными потенциальной возможностью утечек нефти, развитием разнообразных аварийных ситуаций (пожары и взрывы, получение травм персоналом при выполнении своих обязанностей, неисправности технологического оборудования и последствия таких поломок), все эти аспекты являются объектом обязательного учёта в процессе разработки плана мероприятий по обеспечению промышленной безопасности.

На сегодняшний день специалистами разработано большое количество способов, которые могут применяться для обеспечения противопожарной безопасности, применяя их при производстве работ на нефтегазовом месторождении, обеспечить стопроцентную защиту от распространения пожара нельзя.

В третьем разделе в качестве мероприятий в административном здании ООО «СамараНИПИнефть» согласно требованиям пожарной безопасности СП 484.1311500.2020 о автоматической пожарной сигнализации для обеспечения превентивных мер в пожарной безопасности в административном здании ООО «СамараНИПИнефть» предлагается разработка системы АПС с системой оповещения о пожаре 2-го типа. В частности, к использованию предлагается АПС на основе интегрированной системы охраны «Орион».

Выбор технических средств АПС произведен на основании анализа конструкторско-строительных характеристик здания и назначения помещений. Извещатели дымовые необходимо установить в количестве 24 штук (по два на помещение). Извещатель пожарный ручной устанавливается на пути эвакуации на стене, на высоте 1,5 м от уровня пола.

Предлагаемая система лучше прежней так как количество приборов, подключаемых к линии, увеличилось, теперь присутствует жидкокристаллический индикатор – 2 строки x 16 символов, с подсветкой и осуществлено подключение к ПК – через интерфейс RS-485 с помощью преобразователя интерфейсов. Что позволит максимально эффективно наладить работу автоматической пожарной сигнализации и увеличить точность ее срабатывания.

Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности. Выбор технических средств АПС произведен на основании анализа конструкторско-строительных характеристик здания и назначения помещений. Предлагаемая система лучше прежней, так как позволит максимально эффективно наладить работу автоматической пожарной сигнализации и увеличить точность ее срабатывания.

## Список используемых источников

1. Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации [Электронный ресурс]. URL: <https://edu.rosdistant.ru/mod/assign/view.php?id=120311> (дата обращения: 01.11.2022).
2. Бобрицкий Н. В. Основы нефтяной и газовой промышленности. М. : ЁЁ Медиа, 2019. 636 с.
3. Вадецкий Ю. В. Бурение нефтяных и газовых скважин. М. : Академия, 2019. 352 с.
4. Землин А. И. Безопасность жизнедеятельности для промышленных специальностей. М. : Издательство Юрайт, 2020. 182 с.
5. Клещев К. А. Нефтяные и газовые месторождения России. М. : ВНИГНИ, 2019. 212 с.
6. Клубань В. С., Юрьев В. И. О путях предотвращения пожаров и взрывов в подземных выработках // Технологии техносферной безопасности. 2018. №3. С. 45-50.
7. Кудинов В. И. Основы нефтегазопромыслового дела. М. : Институт компьютерных исследований. 2004. 258 с.
8. Лаврентьев А. В. Анализ причин и последствий пескопроявлений на завершающей стадии разработки нефтяных и газовых месторождений. М. : Горная книга, 2019. 748 с.
9. Леонов Е. Г. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин. М. : Недра-Бизнесцентр, 2017. 416 с.
10. Макушкин Д. О., Пуцаев С. Н. Компоновки столовых частей противовыбросового оборудования с многофункциональными плашечными превенторами // Бурение и нефть. 2018. №10. С. 22-25.
11. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона №248 [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 11.06.2021. URL:

[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_386909/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_386909/) (дата обращения: 21.08.2022).

12. О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ (ред. от 14.07.2022). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_358750/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/) (дата обращения: 20.08.2022).

13. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 01.06.2021). URL: <https://base.garant.ru/11900785/> (дата обращения: 12.10.2022).

14. О техническом регулировании [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ (ред. от 02.07.2021). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_40241/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/) (дата обращения: 22.10.2022).

15. Официальный сайт ООО «СамараНИПИнефть» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mathnet.ru> (дата обращения: 25.10.2022).

16. Охранная сигнализация Болид – технические характеристики и сферы использования [Электронный ресурс]. URL: <https://azbsec.ru/articles/okhrannaya-signalizaciya/okhrannaya-signalizaciya-bolid.html> (дата обращения: 06.09.2022).

17. Панасенко Н. Н., Синельщиков А. В., Яковлев П. В. Техногенные риски строительства и эксплуатации нефтегазовых комплексов // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2019. №4. С. 46-59.

18. План тушения пожара ООО «СамараНИПИнефть». ГУ МЧС России по Самарской области. 2022. 94 с.

19. Ремишевская К. В., Захаров Д. Ю., Гонтарь Ю. С. Актуальные проблемы эффективного и безопасного освоения нефтегазовых месторождений // Нефтегазовое дело. 2018. №5. С. 151-174.

20. Реснянская А. С., Игаева А. Ю. Обеспечение пожарной безопасности на предприятиях нефтегазовой промышленности // Перспективы развития строительного комплекса. 2018. №1. С. 57-65.

21. Саушин А. З., Гулин А. А. Технология безаварийного строительства нефтяных и газовых скважин // Институт нефти и газа, Астраханский государственный технический университет. 2017. №4. С. 126-130.

22. Система стандартов безопасности труда [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.1.004-91 от 01.07.1992 (ред. от 01.01.2021). URL: <http://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения: 05.11.2022).

23. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 3.13130.2009. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071145> (дата обращения: 10.08.2022).

24. Солодкий А. И. Промышленная инфраструктура. М. : Издательство Юрайт, 2020. 290 с.

25. Тагиев Р. М., Чабаяев Л. У. Некоторые аспекты ликвидации открытых газовых фонтанов и пожаров на месторождениях // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2017. №2. С. 196-201.

26. Тайманова Г. К., Пак Р. Е. Беспилотные летательные аппараты для мониторинга объектов нефтяных и газовых месторождений // ROST. 2018. №1. С. 42-43.

27. Трушкова Е. А. Оценка обеспечения пожарной безопасности. Ростов н/Д : Изд-во ДГТУ, 2019. 83 с.

28. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 485.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573004280> (дата обращения: 12.10.2022).

29. Фархутдинов Р. Р. Гидроразрыв пласта в пластах с водонефтяным контактом // Нефтегазовая индустрия. 2018. №9. С. 106-109.

30. Gray F. Petroleum Production in Nontechnical Language. Oklahoma, Tulsa, Penn Well Publishing Company, 2015. 297 p.
31. Dake L. P. Fundamentals of reservoir engineering. The Hague, The Netherlands, 2018. 498 p.
32. Lieb S., Lieb D. The Oil Factor: How Oil Controls the Economy and Your Financial Future. Warner Books, 2004. 224 p.
33. Norman J. Hine. Nontechnical Guide to Petroleum Geology, Exploration, Drilling and Production. Nontechnical guide to petroleum geology, exploration, drilling and production 087814-823-X. 2003. 189 p.
34. Yergin D. The prize: The epic quest for oil, money, a power. New York etc.: Simon & Schuster, Cop. 2011. 877 p.