

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 «Техносферная безопасность»

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль) / специализация)

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему «Противопожарная защита с применением системы автоматического пожаротушения на объектах Сызранского НПЗ»

Обучающийся

А.В. Сивордов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

А.В. Борисова

(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 2024

## Аннотация

Выпускная квалификационная работа выполнена на базе ООО «РН-Пожарная безопасность» УПБ и АСР на объектах Сызранского НПЗ.

В первом разделе предоставлена общая характеристика объекта защиты – АО «Сызранский НПЗ».

Во втором разделе проанализированы требования нормативных документов по тематике бакалаврской работы.

В третьем разделе предложены мероприятия, направленные на повышение эффективности противопожарной защиты.

В четвёртом разделе составлен реестр профессиональных рисков для рабочих мест, выявить высокий уровень риска по каждому рабочему месту и предложить мероприятия по их устранению.

В пятом разделе описана антропогенная нагрузка на окружающую среду и оформлены результаты ПЭЖ.

В шестом разделе выполнен расчет эффективности предложенных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

## Содержание

Введение.....	4
Термины и определения .....	6
Перечень сокращений и обозначений.....	7
1 Анализ объекта защиты.....	8
2 Объекты Сызранского НПЗ. Особенности обеспечения пожарной безопасности на объекте.....	15
3 Анализ противопожарной защиты Сызранского НПЗ .....	18
4 Разработка мероприятий по повышению эффективности противопожарной защиты Сызранского НПЗ.....	25
5 Охрана труда.....	36
6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность .....	43
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности .....	48
Заключение .....	55
Список используемых источников.....	58

## Введение

Актуальность противопожарных мероприятий на объектах нефтегазовой отрасли обусловлена высокой значимостью этой сферы для экономики и обеспечения жизнедеятельности населения. Разработка мероприятий противопожарной защиты на нефтеперерабатывающих предприятиях обусловлена следующими факторами:

- наличие ЛВЖ и ГЖ;
- пожары и взрывы на НПЗ;
- соблюдение правил техники безопасности и внедрение современных противопожарных мер позволяет снизить риски пожаров и повысить уровень безопасности на предприятии.

Устройство автоматических противопожарных установок обусловлена необходимостью обеспечения безопасности людей, предотвращения распространения огня и минимизации ущерба имуществу.

В этой связи тема бакалаврской работы «Противопожарная защита с применением системы автоматического пожаротушения на объектах АО «Сызранский НПЗ» актуальна. Вид пожарной нагрузки в АО СНПЗ – сырая нефть, продукты их переработки, такие как: бензин, дизельное топливо, продукты нефтехимии, оборудование для переработки, насосное оборудование, электрооборудование, высокотемпературные процессы переработки, химические переработки и т.п. Пожарная нагрузка сконцентрирована в помещениях приема, выпуска сырья и нефтепродуктов, относящихся к категории ЛВЖ и ГЖ, а также на участках производства.

Объектом работы является – противопожарная защита зданий и сооружений.

Предметом – системы автоматического пожаротушения на объектах Сызранского НПЗ без вторичного ущерба для них.

Цель работы – предложить мероприятия, направленные на повышение эффективности противопожарной защиты на объектах Сызранского НПЗ.

Задачи бакалаврской работы:

- предоставить общую характеристику объекта защиты – АО «Сызранский НПЗ»;
- проанализировать требования нормативных документов по тематике бакалаврской работы;
- предложить мероприятия, направленные на повышение эффективности противопожарной защиты;
- составить реестр профессиональных рисков для рабочих мест, выявить высокий уровень риска по каждому рабочему месту и предложить мероприятия по их устранению;
- описать антропогенную нагрузку на окружающую среду и оформить результаты ПЭК;
- выполнить расчет эффективности предложенных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

## **Термины и определения**

Автоматическая установка пожаротушения – устройство, которое автоматически включают систему пожаротушения.

Вторичные последствия пожаров – взрывы, утечки опасных веществ (ядохимикаты, токсические составы, топливо и др.).

## Перечень сокращений и обозначений

АО – акционерное общество.

АУП – автоматическая установка пожаротушения.

АУПТ – автоматическая установка пожаротушения.

ГЖ – горючая жидкость.

КИПиА – контрольно-измерительные приборы и автоматика.

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость.

МГП – модуль газового пожаротушения.

МОП – модельные очаги пожара.

МЧС – Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

НПЗ – нефтеперерабатывающий завод.

ОТВ – огнетушащее вещество.

ПБ – пожарная безопасность.

ПЭК – производственный экологический контроль.

СИЗ – средства индивидуальной защиты.

СНПЗ – сызранский нефтеперерабатывающий завод.

ЧС – чрезвычайная ситуация.

## 1 Анализ объекта защиты

АО «Сызранский НПЗ» расположен в Самарской области по адресу: Самарская обл., г. Сызрань, ул. Астраханская, д. 1. Предприятие входит в состав Самарской группы нефтеперерабатывающих заводов НК «Роснефть» [1]. СНПЗ перерабатывает западносибирскую и самарскую нефть, производит широкий ассортимент нефтепродуктов, включая высококачественное моторное топливо и авиакеросин. График работы предприятия круглосуточно.

Схематично объект защиты АО СНПЗ представлен на рисунке 1.

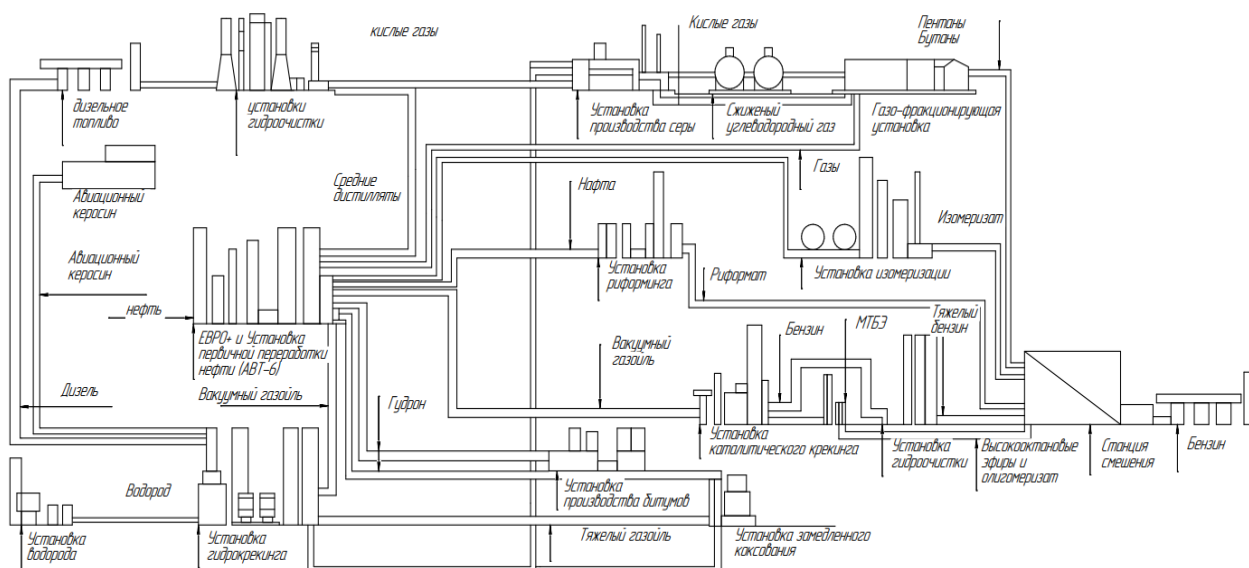


Рисунок 1 – Схема объекта защиты АО СНПЗ

СНПЗ является предприятием, чей производственный цикл связан с использованием больших объемов воды. Водоснабжение нефтеперерабатывающего предприятия АО «Сызранский НПЗ» устроено таким образом, что вода используется для технологических, хозяйственно-бытовых и питьевых нужд, а также при тушении пожаров. Вода перед использованием проходит очистку с помощью методов коагуляции, хлорирования, озонирования, нейтрализации, подщелачивания и



фосфатирования. Для удовлетворения потребностей в воде на предприятии создаются различные системы водоснабжения, включая оборотное водоснабжение.

АО СНПЗ снабжено оборотной системой водоснабжения и имеет показатели удельного водопотребления (количество стоков в пересчете на 1 т переработанной нефти): 0,32 м<sup>3</sup>/т. Вода в технологических процессах расходуется на процессы охлаждения нефтепродуктов, оборудования и машин. Охлаждающая вода не загрязняется, а лишь нагревается в процессе теплопередачи до температуры 45 °С.

На АО СНПЗ проектирована система противопожарного водопровода. «Давление в сети обеспечивает возможность работы противопожарных устройств (лафетных стволов, оросителей и т.п.), но не менее 0,6 МПа. Расход воды на пожаротушение и противопожарную защиту из сети противопожарного водопровода определяется расчётом и должен приниматься не менее» [16]:

- «для производственной зоны – 170 л/с;
- для товарно-сырьевых складов (парков) – 200 л/с» [16].

Противопожарный водопровод АО СНПЗ объединен с другими системами водоснабжения, обеспечивая нормативные значения расхода воды и числа струй на внутреннее пожаротушение.

Электроснабжение АО СНПЗ имеет следующие характеристики:

- «общая установленная мощность электропотребителей на российских НПЗ составляет 200-300 МВт;
- основными потребителями электроэнергии являются технологические установки, системы водяного охлаждения и объекты общезаводского хозяйства;
- источники электроснабжения включают региональные энергосистемы, заводские электростанции и газотурбинные энергоустановки;

- система электроснабжения НПЗ состоит из внешнего и внутреннего электроснабжения: в систему внешнего электроснабжения входят электростанция, повысительные подстанции, внешние линии электропередачи, понизительные трансформаторные подстанции и распределительные пункты; к системам внутреннего электроснабжения относятся распределительные пункты, понизительные цеховые трансформаторы и распределительная высоковольтная сеть завода;
- для преобразования электрической энергии используются понизительные подстанции напряжением 110/6(10) кВ, 35/6(10) кВ и 6(10)/0,4 кВ» [2].

Потребители электроэнергии АО СНПЗ подразделяются на категории надёжности в зависимости от степени риска для безопасности и непрерывности работы предприятия.

В производственных помещениях АО СНПЗ с производствами категорий А и Б обычно используют воздушное отопление, совмещённое с приточной вентиляцией. Водяное или паровое отопление допустимо при определённых условиях, таких как небольшая площадь помещения (до 150 м<sup>2</sup>) и соблюдение температурного режима.

В производственных помещениях АО СНПЗ предусматривается кратность обмена воздуха, а также аварийная вентиляция для обеспечения безопасности. Вентиляция электродвигателей, наружных кабельных каналов и помещений управления производством, обустроенное электроустановками и соответствующим оборудованием также важна.

В АО СНПЗ используется электрическое отопление или водяное отопление с радиаторами или конвекторами для поддержания определённой температуры в помещениях.

Требования к системам противопожарной защиты СНПЗ регламентированы Приказом МЧС России от 24.04.2013 № 288 [17].

Степень огнестойкости нефтеперерабатывающей установки, класс конструктивной, функциональной пожарной опасности зависит от типа обращающихся пожароопасных веществ и материалов, в соответствии с ФЗ №123. На нефтеперерабатывающих предприятиях используются установки со степенями огнестойкости от I до V [24]. В таблице 1 представлены пожарно-технические характеристики подразделений АО СНПЗ.

Таблица 1 – Пожарно-технические характеристики подразделений АО СНПЗ

Наименование помещения	Категория помещения	Степень огнестойкости	Класс конструктивной пожарной опасности	Характеристика помещений
помещение деаэраторов	Д	II, III	CO, C1	нормальное
помещения химводоподготовки	Д	II, III	CO, C1	нормальное
открытые (без навеса), отдельно стоящие разгрузочные эстакады и склады твердого топлива	-	-	-	пожароопасные зоны класса II-II
насосные станции, шламовые насосные станции	Д	II, III	CO, C1	сырые
наружные приемно-сливные устройства ЛВЖ	БН	II, III	CO, C1	взрывоопасная зона класса В-Iг
наружные приемно-сливные устройства ГЖ	ВН	II, III	CO, C1	пожароопасная зона класса II-III
насосные станции	Д	II, III	C1, C2	влажное
материальный склад	В1-В4	II, III	CO, C1	нормальное

Системы противопожарной защиты в АО СНПЗ включают:

- «автоматические системы пожарной сигнализации с дымовыми датчиками и извещателями пламени;
- системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;

- стационарные установки пожаротушения для подавления очагов возгорания на ранней стадии;
- системы орошения наружных технологических установок и резервуаров хранения горючих жидкостей;
- водяные завесы с дренчерными и спринклерными оросителями для защиты технологических и строительных проёмов в производственных цехах и складах;
- системы дымоудаления и подачи воздуха на эвакуационные пути и выходы;
- противопожарные клапаны и вентиляционные решётки в местах пересечения противопожарных преград;
- стационарные универсальные роботизированные лафетные стволы с ручным и дистанционным управлением;
- пожарные гидранты и краны на сетях наружного и внутреннего водоснабжения» [16].

«Противопожарное водоснабжение АО СНПЗ спроектировано в отдельную систему противопожарного водопровода и имеет следующие характеристики» [16]:

- «давление в сети должно обеспечивать работу противопожарных устройств (лафетных стволов, оросителей и т. п.) и быть не менее 0,6 МПа;
- расход воды на пожаротушение и противопожарную защиту из сети противопожарного водопровода принимается из расчёта двух одновременных пожаров: один пожар в производственной зоне, второй – в зоне сырьевых или товарных складов горючих газов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей;
- расход воды на пожаротушение и противопожарную защиту должен составлять не менее: для производственной зоны – 170 л/с, для товарно-сырьевых складов – 200 л/с.

- система противопожарного водопровода может быть объединена с другими системами водоснабжения при соблюдении нормативных значений расхода воды и числа струй для внутреннего пожаротушения;
- для стационарных систем автоматического и неавтоматического пенного пожаротушения проектируется кольцевая сеть пожарного водопровода;
- для наземных резервуаров с нефтью и нефтепродуктами объёмом 10 тыс. куб. м и более, а также зданий и сооружений предприятия, расположенных далее 200 м от кольцевой сети пожарного водопровода, предусматриваются два тупиковых ответвления от разных участков кольцевой сети для подачи полного расчётного расхода на тушение пожара. Длина тупикового участка нефтепровода не должна превышать 250 м;
- прокладка нефтепровода осуществляется, как правило, в одной траншее с противопожарным водопроводом с общими колодцами для узлов управления и пожарных гидрантов» [16].

«Система отопления, вентиляции и кондиционирования на объектах нефтепереработки регламентирована Приказом МЧС России от 21.02.2013 № 116 и должна соответствовать следующим требованиям» [18]:

- «соответствовать требованиям взрыво- и пожаробезопасности, иметь отдельные системы вентиляции для взрывоопасных и безопасных участков;
- исключать возможность подачи воздуха из опасных зон в другие помещения;
- предусматривать установку противопожарных клапанов и обратных клапанов на воздуховодах;
- размещать воздухозаборники и внешние блоки кондиционеров на удалении от взрывоопасных зон;

- определять требуемую величину производительности вентиляции расчётом для максимальной проектной ЧС» [18].

Описанные противопожарные системы нормированы и регламентированы законодательными документами и соответствующими стандартами, представленными в следующем разделе.

Вид пожарной нагрузки в АО СНПЗ – сырая нефть, продукты их переработки, такие как: бензин, дизельное топливо, продукты нефтехимии, оборудование для переработки, насосное оборудование, электрооборудование, высокотемпературные процессы переработки, химические переработки и т.п. Пожарная нагрузка сконцентрирована в помещения приема, выпуска сырья и нефтепродуктов, относящихся к категории ЛВЖ и ГЖ, а также на участках производства.

Выводы: в разделе представлена общая характеристика АО СНПЗ. Вид пожарной нагрузки в АО СНПЗ – сырая нефть, продукты их переработки, такие как: бензин, дизельное топливо, продукты нефтехимии, оборудование для переработки, насосное оборудование, электрооборудование, высокотемпературные процессы переработки, химические переработки и т.п. Пожарная нагрузка сконцентрирована в помещения приема, выпуска сырья и нефтепродуктов, относящихся к категории ЛВЖ и ГЖ, а также на участках производства.

## **2 Объекты Сызранского НПЗ. Особенности обеспечения пожарной безопасности на объекте**

В структуру нефтеперерабатывающего завода входят следующие объекты:

- блок перегонки сырой нефти: разделение нефти на сжиженный природный газ, бензин, керосин, дизельное топливо и очистка нефтепродуктов от примесей;
- установки гидрокрекинга по глубокая переработка нефти с получением нового топлива и базовых масел;
- участок каталитического крекинга по глубокой переработке нефти с использованием катализаторов для получения высокооктанового бензина;
- блок по производству бензола, толуола и ксилола: получение ароматических углеводородов для производства растворителей, лаков, красок, каучуков и пластмасс;
- блок производства базовых масел: получение высококачественных базовых масел II и III групп методом гидрокрекинга;
- блок замедленного коксования: преобразование побочных продуктов нефтепереработки в твёрдое вещество, используемое в металлургии, огнеупорах и проводниках;
- участок готовой продукции: смешивание компонентов, упаковка и наклейка фирменной этикетки.

Согласно заданию, проанализируем требования нормативных документов по пожарной безопасности относительно объекта защиты – АО СНЗ. Объекты АО СНПЗ осуществляют производственные процессы «в соответствии с требованиями пожарной безопасности и регламентированы ФЗ №69» [6].

«Технический регламент о требованиях пожарной безопасности, в том числе, к НПЗ регламентирует Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ» [24]. «Правила противопожарного режима в РФ утверждены Постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479» [8].

«Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности производится в соответствии с Приказом МЧС РФ от 25.03.2009 № 182» [11].

«Ведомственные указания по противопожарному проектированию предприятий, зданий и сооружений нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности определены в ВУПП-88» [2].

«Обеспечение пожарной безопасности предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности регламентировано ФГУ ВНИИПО МЧС РФ 24.05.2004» [21].

Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности утверждены Приказом Ростехнадзора от 15.12.2020 № 534 [20].

«Приказ МЧС России от 26.12.2013 №837 утверждает свод правил «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности» [14].

«Требования ПБ к системам противопожарной защиты и наружному противопожарному водоснабжению утверждены Приказом МЧС России от 30.03.2020 № 225» [23].

Таким образом, можно сделать вывод, что к объектам нефтеперерабатывающих предприятий выдвигается ряд нормативных требований, выполнение которых направлено на минимизацию риска возникновения ЧП и ущерба от аварии, если она все-таки произошла.

К особенностям обеспечения ПБ относят следующие требования:

- «недопустимо размещать технологическое оборудование внутри строительных объектов, которые по геометрической конфигурации способны образовать зоны застоя, скопления газов (включая их пары);



- товарно-сырьевые парки, отдельные резервуары хранения жидких, сжиженных углеводородов в составе производственных предприятий должны размещаться на более низких отметках рельефа относительно строительных объектов (их необходимо обносить вентилируемой оградой, выполненной из негорючих материалов);
- запрещено прокладывать надземные технологические трубопроводы, предназначенные для транзитной транспортировки взрывопожароопасных, ядовитых веществ, под строительными объектами предприятий, а также по наружным стенам, крышам зданий, независимо от степени стойкости к огню, эстакадам, отдельным опорам, колоннам, изготовленным из горючих материалов;
- в производственных, складских помещениях, где есть вероятность выделения газов, паров, которые могут привести к образованию взрывоопасных концентраций, промышленные напольные покрытия должны выполняться из антистатических и/или рассеивающих электричество материалов»;
- не допускается проведение эвакуации через помещения строительных объектов, площадки наружных технологических установок с возможным выделением взрывопожароопасных, токсичных соединений;
- противопожарные разрывы между строительными объектами должны обеспечивать невозможность перехода пожара от одного объекта к другому» [24].

Выводы: в разделе представлены объекты АО СНПЗ, эксплуатация которых должна выполняться в соответствии с рядом нормативных документов. Особенность обеспечения пожарной безопасности связана с переработкой ЛВЖ и ГЖ и требуют их неукоснительного выполнения.

### 3 Анализ противопожарной защиты Сызранского НПЗ

В случае возникновения пожара на объекте, различают первичный и вторичный ущерб от пожара. Первичный ущерб от пожара – это ущерб причиненный непосредственно в результате воздействия огня и дыма. Вторичный ущерб иногда называют косвенным – это дополнительные повреждения и потери, которые могут возникать в процессе тушения пожара. Он может быть вызван самими мероприятиями по пожаротушению, такими как использование воды или огнетушащих веществ, а также действиями пожарных и спасателей. К вторичным последствиям пожаров в зданиях относят также взрывы или утечки опасных веществ (ядохимикаты, токсические составы, топливо и др.). Большую опасность для изолированных от огня помещений представляет жидкость, которая используется для ликвидации возгорания.

Для недопущения возникновения пожаров и возгораний, на объектах АО СНПЗ устанавливают системы противопожарной защиты и разрабатывают соответствующие мероприятия. Проведем анализ противопожарной защиты АО СНПЗ (таблица 2).

Таблица 2 – Анализ противопожарной защиты АО СНПЗ

Наименование	Нормативный документ	Соответствует/не соответствует
«применение объемно-планировочных решений и средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага» [24].	«ФЗ №123, статья 52» [24]	соответствует
«устройство эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре» [24].	«ФЗ №123, статья 52, 89, Приказ МЧС России от 19.03.2020 № 194» [24], [15].	соответствует
«системы пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре» [24].	ФЗ №123, статья 103, 54, Постановление Правительства РФ от 01.09.2021 №	соответствует

Продолжение таблицы 2

Наименование	Нормативный документ	Соответствует/не соответствует
	1464, «Приказ МЧС России от 31.07.2020 № 582» [24], [19], [12].	
«системы коллективной защиты людей от опасных факторов пожара» [24].	ФЗ №123, статья 55 [24].	соответствует
«система противодымной защиты» [24].	ФЗ №123, статья 56 [24].	соответствует
«огнестойкость и пожарная опасность зданий и сооружений» [24].	ФЗ №123, статья 57 [24].	соответствует
«автоматические, в том числе автономные, установки пожаротушения» [24].	«ФЗ №123, статья 61, Приказ МЧС России от 31.08.2020 № 628» [24], [13].	соответствует
«противопожарное водоснабжение» [24].	«ФЗ №123, статья 62, 68, 86, Приказ МЧС России от 27.07.2020 № 559, Приказ МЧС России от 30.03.2020 № 225» [24], [16], [23].	соответствует

«В соответствии с Приказом МЧС России от 26.12.2013 № 837, для тушения пожара на установках следует предусматривать пенное или водяное пожаротушение, а также водяное охлаждение» [14].

«Установки пенного и водяного пожаротушения и охлаждения используют дешевый тушащий агент – воду. Вместе с тем, для построения системы пожаротушения необходимо спроектировать и смонтировать насосную пенного и водяного пожаротушения, сеть кольцевого водопровода, резервуары противопожарного запаса воды, узлы запорной арматуры, систему автоматизации. Не смотря на громоздкость сооружения таких установок пожаротушения, они все же являются предпочтительным по сравнению с другими типами. Основным недостатком систем пенного и водяного тушения

является невозможность их применения в зимних условиях при отрицательных температурах окружающего воздуха. Учитывая, что средняя продолжительность холодного периода на территории нашей страны колеблется от 6 месяцев в году, то можно подсчитать время, в течение которого установки пенного и водяного пожаротушения не эффективны» [4].

«В этой связи необходим поиск альтернативных решений, и таким решением может служить установка газового пожаротушения, тушащим агентом которого является двуокись углерода. Капитальные затраты на установку газового пожаротушения соизмеримы с затратами на установку пенного или водяного пожаротушения, и вместе с тем обладают рядом преимуществ» [14]:

- «возможность работы установки в широком диапазоне температур;
- отсутствие последствий после тушения пожара в зимний период;
- минимальный вторичный ущерб, возможность дальнейшего использования уцелевшего от пожара оборудования и нефтепродуктов;
- высокая скорость тушения пожара» [4].

«Особенностью применения газового пожаротушения является строгое дозирование тушащего агента  $\text{CO}_2$  в зону пожара. Другими словами, установки газового пожаротушения имеют физическое ограничение запаса  $\text{CO}_2$ . По этой причине данные установки оснащаются системами автоматизации, работа которых направлена на точном обнаружении зоны возгорания, формирование управляющих команд на исполнительные механизмы с целью доставки необходимого и достаточного для тушения количества газа в зону пожара. При сравнительно одинаковых капитальных затратах на установки различных типов, выигрышную позицию занимает газовое пожаротушение, которое минимизирует вторичный ущерб при пожаре, и, соответственно, позволяет экономить» [4].

Таким образом, делаем вывод, что противопожарная защита предприятия АО СНПЗ по переработке нефти соблюдается в полной и мере включает следующие аспекты:

- обеспечение оборудования, устройства и обслуживания противопожарных систем;
- установка систем обнаружения и пожаротушения: установка передовых систем обнаружения и пожаротушения, включая детекторы дыма, тепловые датчики и огнетушители;
- разработка мероприятий реагирования на ЧС: создание хорошо обученной группы реагирования на ЧС и проведение регулярных тренировок и обучения;
- хранение легковоспламеняющихся материалов и обращение с ними в соответствии с нормативными документами;
- установка систем защиты от взрыва в зонах с высоким риском взрыва;
- разработка и внедрение комплексных стратегий снижения рисков, определение потенциальных сценариев пожаров и взрывов и детализация мер по снижению этих рисков;
- постоянный мониторинг и совершенствование мероприятий противопожарной защиты: регулярный пересмотр и обновление протоколов безопасности с учётом новых технологий и передового опыта развития отрасли.

Для поддержания противопожарных устройств в работоспособном состоянии на объектах АО СНПЗ проводятся следующие мероприятия:

- «контроль технического состояния всех частей системы посредством внешнего осмотра и инструментального мониторинга;
- проведение профилактических и планово-предупредительных мероприятий согласно регламенту;

- своевременное устранение последствий влияния внешних факторов на элементы системы;
- выявление и устранение причин ложных срабатываний;
- освидетельствование оборудования с целью выяснения его пригодности к дальнейшей эксплуатации или необходимости замены» [24].

Системы пожаротушения должны находиться в постоянной готовности. На участках гидрокрекинга располагается стенд проверки панели питания, содержащий блок питания, преобразователь аналогового сигнала, клеммы для подключения исследуемых объектов, блок измерительных приборов: напряжения и тока, в блок коммутации дополнительно введены блоки коммутации малогабаритные, соединенные с блоком нагрузочных резисторов и аналого-цифрового преобразователя сигнала, имеющего плату датчиков тока и напряжения, а также адаптер ввода-вывода данных, в свою очередь соединенный с персональным компьютером. Недостатком проверочного стенда является сложность электрической схемы, габариты и невозможность постоянного контроля работоспособности электропусковых устройств МГП. Таким образом, анализ показал, что необходимо совершенствование и проверка работоспособности противопожарных систем с целью поддержания их в постоянной готовности.

В технологическом процессе АО СНПЗ участвуют продукты нефти, которые обладают пожароопасными свойствами вспышки, воспламенения и самовоспламенения, а также имеют пределы взрываемости. В случае возникновения пожаров необходимо совершенствовать оборудование для тушения легковоспламеняющихся жидкостей, например, нефти или бензина, находящихся на хранении в резервуарных парках, в наливных эстакадах, а также установок по переработке нефтепродуктов АО СНПЗ.

Пожары в резервуарах с нефтепродуктами тушат чаще всего способом подачи пены средней кратности сверху резервуара стандартными пенокамерами, которые из-за высоких температур в зоне горения

нефтепродуктов – до 1200°C, часто сгорают и выходят из строя, не обеспечивают тушения огня, а при наличии взрыва – повреждаются и срываются. При подаче среднекратной пены требуется длительная подготовка (до 6 часов) пенной атаки, которая не всегда заканчивается успехом и требует больших объемов пенообразователя.

Также отметим, что все указанные системы используют в качестве ОГВ только одно средство: либо аэрозоль, либо воду. При развитии пожара полное тушение среднекратной пеной ЛВЖ происходит несколько часов, а иногда и суток, так как огнетушащая способность пены теряется при подаче ее в зону высоких температур, образующихся вблизи пеносливной камеры.

Применяемая в настоящее время мобильная техника - пожарные автомобили, не обладает необходимым запасом компонентов ОГВ для успешного тушения крупномасштабных пожаров. Так, например, пожарные автомобили способны доставлять не более 9,5 т воды, а, кроме того, при тушении резервуаров с горящим бензином необходимо подавать 114 л 6%-го раствора пенообразователя на 1 м<sup>2</sup> горячей поверхности легковоспламеняющихся жидкостей [4]. Обобщая анализ противопожарных мероприятий АО СНПЗ, делаем вывод, что требования пожарной безопасности выполняются, однако необходимо их совершенствование и проверка работоспособности противопожарных систем с целью поддержания их в постоянной готовности.

Таким образом, с учетом недостатков, для объектов АО СНПЗ необходимо выполнить следующие задачи:

- поиск автоматических систем пожаротушения на основе термоактивируемого газовыделяющего огнетушащего вещества;
- совершенствование способов проверки работоспособности противопожарных систем с целью поддержания их в постоянной готовности;
- совершенствование модульной установки для тушения крупных пожаров в резервуарах и оборудовании с нефтепродуктами.

Выводы: в разделе проведен анализ противопожарной защиты на объектах предприятия АО СНПЗ по переработке нефти. Противопожарные меры соблюдаются в полной и мере включают ряд аспектов, в соответствии с нормативными документами.

Обобщая анализ противопожарных мероприятий АО СНПЗ, делаем вывод, что требования пожарной безопасности выполняются, однако необходима разработка мероприятий в следующих направлениях: поиск автоматических систем пожаротушения на основе термоактивируемого газовыделяющего огнетушащего вещества, совершенствование и проверка работоспособности противопожарных систем с целью поддержания их в постоянной готовности; совершенствование модульной установки для тушения крупных пожаров в резервуарах и оборудовании с нефтепродуктами.



#### 4 Разработка мероприятий по повышению эффективности противопожарной защиты Сызранского НПЗ

АУПТ являются неотъемлемой частью системы противопожарной защиты здания. При проектировании, монтаже, пуско-наладке и техническом обслуживании АУПТ необходимо руководствоваться ФЗ №123 [24].

АУТП состоит из ряда ключевых компонентов: средства обнаружения пожара, конструкции включения. АУТП является устройством, которое автоматически включает систему пожаротушения, как только обнаружен пожар, пути транспортировки и распределения ОТВ, насосное оборудование, побудительные устройства, запорная арматура, узлы управления, резервуары хранения ОТВ, дозаторы. Поиск альтернативных решений для автоматической системы пожаротушения на объектах АО СМПЗ, показал, что таким решением может служить установка газового пожаротушения, тушащим агентом которого является двуокись углерода. Проведем анализ существующих автоматических систем пожаротушения (таблица 3).

Таблица 3 – Анализ существующих автоматических систем пожаротушения

Наименование	Достоинства	Недостатки
автономная установка пожаротушения, использующая технологию FireTrace	само активирующаяся система пожаротушения, способная тушить огонь в начале его возникновения. Используется газовое ОТВ хладон	предназначена только для ликвидации пожаров классов А2 и В
автономная установка пожаротушения А62С 3/00	обеспечивает возможность автономной работы без каких-либо источников энергии и средств автоматической пожарной сигнализации. В качестве ОТВ используют галогенуглероды, их смеси или смесь перфторциклобутана и гептафторпропана	сложность изготовления, требующая специального оборудования для изготовления торцов полимерной трубки и охлаждения трубки при заполнении ее огнетушащим веществом, высокие требования к исходному сырью, а также не полный выход огнетушащего вещества,

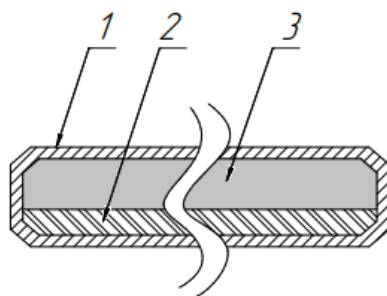
Продолжение таблицы 3

Наименование	Достоинства	Недостатки
		что снижает эффективность пожаротушения
автоматизация газового пожаротушения в нефтяной отрасли (Devensys)	«возможность работы установки в широком диапазоне температур окружающего воздуха, отсутствие последствий после тушения пожара в зимний период, в отличие от пенного и водяного тушения, высокая скорость тушения пожара, возможность дальнейшего использования уцелевшего от пожара оборудования и нефтепродуктов, минимизация вторичного ущерба» [4].	капитальные затраты на обустройство установки, периодическая проверка готовности оборудования
«устройство пожаротушения на основе термоактивируемого газовыделяющего огнетушащего вещества (Колупаева Н.В.)» [4].	минимизация вторичного ущерба, стационарная автоматическая установка обнаружения и тушения пожаров без участия человека, может быть использована для предотвращения и тушения пожаров, как автономно от теплового воздействия, так и с принудительной активацией в составе автоматических систем пожаротушения на объектах различного назначения и степени герметичности. В качестве ОТВ используют перфтор (2-метил-3-пентанон) и/или фторкетон ФК-5-1-12 с температурой кипения не более 50°C, а в качестве транспортного газа используют октафторциклобутан или дифторхлорметан, находящегося при нормальной температуре под давлением не менее 5 Атм в жидком состоянии.	финансовые затраты, периодическая проверка готовности оборудования

Исходя из анализа предлагаем автоматическую пожарную установку на основе газового ОТВ, минимизирующее вторичный ущерб от пожара, автора Колупаевой Н.В. [4]. Технический результат достигается тем, что устройство

пожаротушения содержит герметично запаивную с обоих торцов полимерную трубку, заполненную под давлением ОТВ.

На рисунке 2 представлена конструкция автоматического устройства пожаротушения.



1 – полимерная трубка, 2 – ОТВ 2, 3 – инертный газ

Рисунок 2 – Конструкция автоматического устройства пожаротушения

На рисунке показана герметично запаивная с обеих сторон полимерную трубку 1 диаметром 8-30 мм с толщиной стенки 1-2 мм, заполненную по объему на 30-40% смесевым ОТВ в среде инертного газа под давлением 5-20 Атм. В качестве материала полимерной трубки в зависимости от сферы применения и требуемой температуры активации используют полиуретановые (PU) или полиамидные (РА).

Устройство пожаротушения активируется принудительно или от теплового воздействия в диапазоне температур 90-200°C. В качестве смесевых ОТВ используют смесь огнетушащего агента (30-50%), перфтор (2-метил-3-пентанон) и/или фторкетон ФК-5-1-12, имеющих температуру кипения не более 50°C, и транспортного газа 50-70%: октафторциклобутан или дифторхлорметан, находящегося при комнатной температуре под давлением не менее 5 Атм в жидком состоянии. Для усиления эффекта объемного отбора тепла и предотвращения повторного возгорания можно использовать

смесевые ОТВ, стехиометрически насыщенные мелкодисперсными наполнителями.

Преимуществами устройства пожаротушения являются

- регулируемая за счет установленного внутреннего давления инертного газа от 5-20 Атм чувствительность смесевых ОТВ к тепловому воздействию для перехода в газокапельное состояние и активации независимо от площади и длительности внешнего теплового воздействия на устройство;
- устойчивость к многократному перепаду температур эксплуатации и утечкам смесевых ОТВ;
- газокапельное состояние смесевых ОТВ обеспечивает импульсно-факельный выпуск струи смесевых ОТВ;
- минимизация вторичного ущерба.

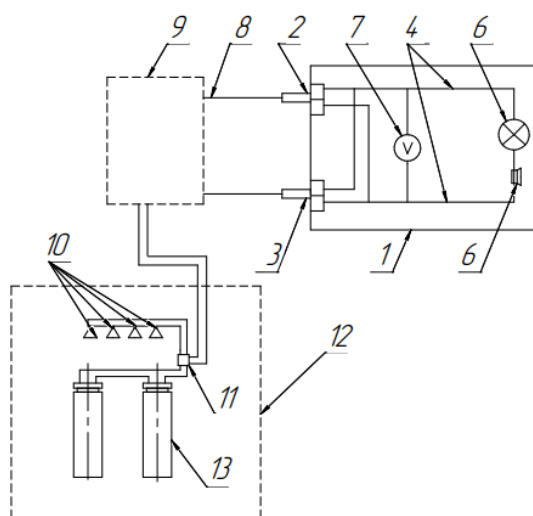
Устройство прошло лабораторные испытания. Для проведения огневых испытаний изделий была подготовлена огневая камера объемом 30 литров, а также МОП в виде металлического цилиндра диаметром 3-5 см и высотой не более 3 см. С целью обеспечения притока свежего воздуха и исключения самозатухания МОП в дне огневой камеры проделывают несколько отверстий диаметром 3-4 см. Для обеспечения оттока продуктов горения в верхней части огневой камеры проделывают отверстие диаметром не менее 4-5 см. В помещении с принудительной вентиляцией установили огневую камеру и верхней части при помощи креплений, входящих в комплект поставки, размещают образец изделия. На дно огневой камеры устанавливают МОП и наполовину заполняют бензином марки АИ-92. При помощи электрозажигалки дистанционно инициируют возгорание. Время активации и тушения пламенного горения фиксируют при помощи секундомера. Массу выделившегося смесевых ОТВ фиксируют при помощи электронных весов с точностью до 0,01 г [4].

Результаты эксперимента показали, высокую степень срабатывания и эффективность тушения возгорания без вторичного ущерба от пожара. Таким

образом, предлагаемая автоматическая установка пожаротушения с газовым ОТВ позволит обеспечить пожарную безопасность объектов АО СНПЗ. Автоматические системы пожаротушения необходимо поддерживать в работоспособном состоянии, т.е. необходима проверка АУТП с целью поддержания их в постоянной готовности. Системы пожаротушения должны находиться в постоянной готовности, на участках гидрокрекинга располагается стенд проверки панели питания, содержащий блок питания, преобразователь аналогового сигнала, клеммы для подключения исследуемых объектов, блок измерительных приборов: напряжения и тока, в блок коммутации дополнительно введены блоки коммутации малогабаритные, соединенные с блоком нагрузочных резисторов и аналого-цифрового преобразователя сигнала, имеющего плату датчиков тока и напряжения, а также адаптер ввода-вывода данных, в свою очередь соединенный с персональным компьютером. Недостатками проверочного стенда является сложность электрической схемы, габариты и невозможность постоянного контроля работоспособности электропусковых устройств МГП; низкие технологические возможности, связанные с недостаточным контролем работоспособности электропусковых устройств. Таким образом, делаем вывод, что на объектах АО СНПЗ необходимо совершенствование проверочных систем пожаротушения. В результате патентного поиска, была выбрана модель, техническим результатом которой является устранение вышеуказанных недостатков, в частности повышение технологических возможностей устройства, связанных с повышением контроля работоспособности электропусковых устройств модулей газового пожаротушения. Автор представленной модели является ООО «Газпром добыча Уренгой» [22].

«Устройство для проверки работоспособности системы пожаротушения», предложенное ООО «Газпром добыча Уренгой» обладает наличием в электрической схеме устройства для связи с пусковой цепью блока питания двух выводов – один в виде штепсельного разъема, а другой в виде

круглого разъема с двумя контактами (типа DIN), при этом на линии подачи напряжения на световой и звуковой индикаторы смонтирован дополнительный индикатор напряжения – цифровой вольтметр. Так, наличие в электрической схеме устройства для связи с пусковой цепью блока питания двух выводов - один в виде штепсельного разъема, а другой в виде круглого разъема с двумя контактами (типа DIN), обеспечивает возможность использование электрических цепей с различными типами разъемов, например, штепсельных и разъемов типа DIN. Это позволяет повысить технологические возможности и делает предлагаемое устройство более простым и универсальным [22]. На рисунке 3 представлена схема предлагаемого устройства для проверки работоспособности системы пожаротушения.



1 – корпус, 2 – штепсельный разъем, 3 – круглый разъем, 4 – линия подачи напряжения, 5 – световой индикатор, 6 – звуковой индикатор, 7 – цифровой вольтметр, 8 – пусковая цепь, 9 – блок питания, 10 – извещатели, 11 – пусковой клапан, 12 – системы АУП, 13 – модуль срабатывания

Рисунок 3 – Схема устройства для проверки работоспособности системы пожаротушения

Устройство для проверки работоспособности системы пожаротушения работает следующим образом. Первоначально устройство подключается к пусковой цепи 8 блока питания 9. Для этого пусковая цепь подключается при помощи штырькового разъема 2 или при помощи круглого разъема 3 (DIN) в зависимости от того какой разъем использован в системе пожаротушения. На устройство подается сигнал с пусковых цепей напряжением 24 В. На цифровом вольтметре 7 отображается наличие напряжения в пусковых цепях. Затем от пожарных извещателей 10 системы 12 пожаротушения подаются сигнал, который по заложенной схеме срабатывания задерживается на 30 сек. Формируется импульс запуска АУПТ и происходит тушение пожара.

В случае недостаточного напряжения – ниже 24 В (слабый контакт, окисление) возможно несрабатывание пусковой цепи системы пожаротушения, которое показывает, что пусковая цепь нуждается в ремонте. Срабатывание светового 5 и звукового 6 индикаторов, наличие напряжения на цифровом вольтметре 7 равном 24 В оповещает о наличии сигнала на пусковых цепях, имитирует срабатывание модуля 13. Срабатыванием световой и звуковой сигнализаций и наличие напряжения на цифровом вольтметре в 24 В проверяется работоспособность пусковых цепей и устанавливается, что алгоритм пуска АУПТ прошел успешно. При помощи предлагаемого устройства проверяются пусковые цепи модуля газового пожаротушения, имитируя срабатывание пускового устройства. Так как проверка систем АУПТ проводится без выпуска газового огнетушащего вещества, устройство имитирует срабатывание пускового устройства, когда на него через пусковые цепи приходит сигнал 24В. Проведенные испытания подтвердили простоту и удобство устройства в эксплуатации.

Визуализация срабатывания модуля газового пожаротушения в виде световой и звуковой сигнализаций и индикации наличия сигнала на пусковых цепях при срабатывании автоматической установки пожаротушения в виде напряжения в 24 В позволила расширить технологические возможности

устройства, повысить надежность срабатывания, повысить качество контроля работоспособности электропусковых устройств модулей [22].

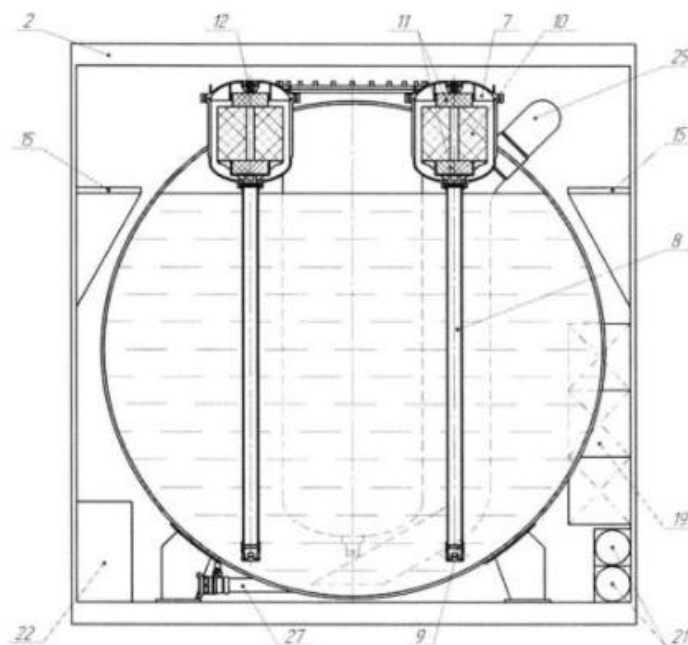
Устройство для проверки работоспособности системы пожаротушения, включающее корпус со смонтированной в нем электрической схемой со световым и звуковым индикаторами, связанной с пусковой цепью блока питания системы пожаротушения, отличающееся тем, что электрическая схема устройства, для связи с пусковой цепью блока питания, снабжена двумя выводами – один в виде штепсельного разъема, а другой в виде круглого разъема типа DIN с двумя контактами, при этом на линии подачи напряжения на световой и звуковой индикаторы смонтирован дополнительный индикатор напряжения – цифровой вольтметр.

В качестве модуля тушения пожаров на резервуарах и оборудовании с нефтепродуктами предлагаем разработку Гордиенко Д.М., Федоткина Д.В., Копылова Н.П., Милёхина Ю.М. «Мобильная модульная установка для тушения крупных пожаров на резервуарах и оборудовании с нефтепродуктами», патентообладателем которой является МЧС России [3].

Установку рекомендуют использовать на объектах нефтегазового комплекса – складах нефтепродуктов, резервуарных парках, насосных перекачивающих установках, нефтеперерабатывающих предприятиях. Пожары в резервуарных парках представляют собой сложное и опасное явление, чреватое возникновением техногенных катастроф. Тушение их связано, как правило, с риском для жизни и здоровья пожарных и обслуживающего персонала. Пожары в резервуарах с нефтепродуктами тушат чаще всего способом подачи пены средней кратности сверху резервуара стандартными пенокамерами, которые из-за высоких температур в зоне горения нефтепродуктов - до 1200°С, часто сгорают и выходят из строя, не обеспечивают тушения огня, а при наличии взрыва - повреждаются и срываются. При подаче среднекратной пены требуется длительная подготовка (до 6 часов) пенной атаки, которая не всегда заканчивается успехом, образует вторичный ущерб (в виде выхода из строя оборудования) и требует больших



объемов пенообразователя. При развитом пожаре полное тушение среднекратной пеной ЛВЖ происходит несколько часов, а иногда и суток, так как огнетушащая способность пены теряется при подаче ее в зону высоких температур, образующихся вблизи пеносливной камеры. Схематично модульная установка для тушения крупных пожаров на резервуарах и оборудовании с нефтепродуктами, представлена на рисунке 4.



7 – датчик давления, 8 – труба, 9 – изолирующая мембрана, 10 – датчик возгорания, 11 – временной датчик, 12 – электровоспламенитель, 13 – пенообразователь, 15 – стойки, 21 – пожарные рукава, 22 – аккумулятор, 25 – клапан резервуара, 27 – патрубок

Рисунок 4 – Модульная установка для тушения крупных пожаров на резервуарах и оборудовании с нефтепродуктами

Датчик давления, представленный на рисунке 3, соединен с трубой, в нижней части которой установлена изолирующая мембрана, препятствующая попаданию воды в камеру сгорания с зарядами. Газогенерирующий комбинированный заряд составлен из пашек с большим временем сгорания и с малым временем сгорания. Зажжение зарядов производится электровоспламенителем от аккумулятора. Датчик вытеснения

пенообразователя для снижения высоты модуля установлен в вогнутом днище пенобака и снаряжен зарядом с малым временем сгорания. Для заправки емкости водой от водопроводной сети или внешнего водоисточника смонтированы патрубки. Мобильная модульная установка работает следующим образом: в режиме дежурства она хранится в боксе пожарного депо при положительной температуре. При этом, установка заправлена водой, пенообразователем, газогенераторы снаряжены зарядами, электровоспламенителями и подключены к пульту управления и запуска. Пульт и электрические цепи обесточены. Все оборудование, необходимое для обеспечения пожаротушения, размещается внутри резервуаров нефтепродуктов. При поступлении сигнала о возникновении пожара на резервуаре экипаж установки занимает свои места в автомобиле и следует к объекту защиты. В АО СНПЗ, сигнал подается на пульт диспетчера, и пожарная команда прибывает на место возгорания в течение 7 минут.

Запуск датчиков давления модуля предусмотрен по заданной программе через определенные промежутки времени, чем обеспечивается подача раствора пены при практически постоянном давлении. Общее время тушения пожара в натурных испытаниях составило 25-160 секунд. При особо крупном пожаре может потребоваться включение в работу резервного модуля, для чего к нему перестыковывают пожарные рукава и производят повторный запуск аналогично первому модулю.

При возникновении горения на соседнем резервуаре мобильную модульную установку готовят к повторному применению непосредственно на месте пожара, для чего заправляют емкость с водой через патрубки от водопровода или с помощью мотопомпы от внешнего водоисточника. Далее из бака резерва пенообразователя производят заправку пенобаков. После контроля исправности цепей электропитания производят запуск одного модуля и, при необходимости, другого. Заявленное техническое решение мобильной модульной установки позволяет применять ее и в стационарном виде. Обеспечение длительного хранения отдельных компонентов раствора

ОТВ позволяет обеспечить высокие экономические показатели предлагаемой конструкции и простоту эксплуатации [3].

Вывод: в разделе предложены технические решения по обеспечению пожарной безопасности АО СНПЗ. Предложена автоматическая установка пожаротушения с газовым ОТВ, результаты эксперимента показали, высокую степень ее срабатывания и эффективность тушения возгорания без вторичного ущерба от пожара. Автоматические системы пожаротушения необходимо поддерживать в работоспособном состоянии, т.е. необходима проверка АУТП с целью поддержания их в постоянной готовности. По итогам анализа предложена модель, техническим результатом которой является устранение вышеуказанных недостатков, в частности повышение технологических возможностей устройства, связанных с повышением контроля работоспособности электропусковых устройств пожаротушения. Автор представленной модели является ООО «Газпром добыча Уренгой». В качестве модуля тушения пожаров на резервуарах и оборудовании с нефтепродуктами предлагаем разработку Гордиенко Д.М., Федоткина Д.В., Копылова Н.П., Милёхина Ю.М. «Мобильная модульная установка для тушения крупных пожаров на резервуарах и оборудовании с нефтепродуктами», патентообладателем которой является МЧС России [3].

Установку рекомендуют использовать на объектах нефтегазового комплекса – складах нефтепродуктов, резервуарных парках, насосных перекачивающих установках, нефтеперерабатывающих предприятиях. Представленная разработка обеспечивает тушение пожаров на резервуарах с нефтепродуктами, посредством мобильного устройства, которое смонтировано в резервуарах. Кроме того, установка может доставляться к месту пожара обычным автомобильным контейнеровозом. Установка может быть использована на объектах нефтегазового комплекса - складах нефтепродуктов, резервуарных парках, насосных перекачивающих установках, нефтеперерабатывающих предприятиях, путем подачи больших объемов пенных растворов на объект пожара.

## 5 Охрана труда

Составим «реестр профессиональных рисков для рабочих мест АО СНПЗ, и проведем идентификацию опасностей на основе «Приказа Минтруда России от 29.10.2021 № 776н» [9]. Реестр профессиональных рисков оператора цеха подготовки и перекачки нефти представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Сливщик-разливщик нефтепродуктов

Номер по Приказу	Опасность	ID	Опасное событие
2	«неприменение СИЗ или применение поврежденных, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам, и выявленным опасностям, составу или уровню воздействия ОВПФ» [9].	2.1	«травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных факторов, от которых защищают СИЗ» [9].
3	«скользкие, обледенелые, зажиренные, мокрые опорные поверхности» [9].	3.1	«падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам» [9].
3	«перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м» [9].	3.2	«падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности» [9].
4	«выполнение работ вблизи технологических емкостей, наполненных водой или иными технологическими жидкостями» [9].	4.4	«утопление в результате падения в емкость с жидкостью» [9].
9	«вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» [9].	9.1	«отравление воздушными взвешями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны» [9].
9	«контакт с высокоопасными веществами» [9].	9.4	«отравления при вдыхании и попадании на кожу высокоопасных веществ» [9].
9	«образование токсичных паров при нагревании» [9].	9.5	«отравление при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма» [9].
9	«воздействие химических веществ на кожу» [9].	9.6	«заболевания кожи (дерматиты) при воздействии химических веществ» [9].

Продолжение таблицы 4

Номер по Приказу	Опасность	ID	Опасное событие
9	«воздействие химических веществ на глаза» [9].	9.7	«травма оболочек и роговицы глаза при воздействии химических веществ» [9].
10	«химические реакции веществ, приводящие к пожару и взрыву» [9].	10.1	«травмы, ожоги вследствие пожара или взрыва» [9].
14	«охлажденная поверхность, охлажденная жидкость или газ» [9].	14.1	«заболевания вследствие обморожения мягких тканей из-за контакта с охлажденной жидкостью или газом» [9].
20	«повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума» [9].	20.1	«снижение остроты слуха, тугоухость» [9].
21	«воздействие общей вибрации» [9].	21.2	«воздействие общей вибрации на тело работника» [9].

Реестр профессиональных рисков слесаря КИПиА представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Реестр рисков слесаря КИПиА

Номер по Приказу	Опасность	ID	Опасное событие
2	«неприменение СИЗ или применение поврежденных, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам, и выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов» [9].	2.1	«травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных факторов, от которых защищают СИЗ» [9].
8	«подвижные части машин и механизмов» [9].	8.1	«удары, порезы, проколы, абразивные воздействия подвижными частями оборудования» [9].
9	«вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» [9].	9.1	«отравление воздушными взвешивыми вредными химическими веществами в воздухе рабочей зоны» [9].
9	«воздействие химических веществ на кожу» [9].	9.6	«заболевания кожи (дерматиты) при воздействии химических веществ» [9].

Продолжение таблицы 5

Номер по Приказу	Опасность	ID	Опасное событие
27	«электрический ток» [9].	27.1	«контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [9].

Реестр профессиональных рисков электромонтера по ремонту и обслуживанию электрооборудования представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Реестр рисков электромонтера по ремонту и обслуживанию электрооборудования

Номер по Приказу	Опасность	ID	Опасное событие
2	«неприменение СИЗ или применение поврежденных, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам, и выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов» [9].	2.1	«травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных факторов, от которых защищают СИЗ» [9].
8	«подвижные части машин и механизмов» [9].	8.1	«удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования» [9].
9	«вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» [9].	9.1	«отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны» [9].
23	«физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей, при стереотипных рабочих движениях и при статических нагрузках, при неудобной рабочей позе, в том числе при наклонах корпуса тела работника более чем на 30°» [9].	23.1	«повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках» [9].
27	«электрический ток» [9].	27.1	«контакт с частями

Продолжение таблицы 6

Номер по Приказу	Опасность	ID	Опасное событие
		27.1	электрооборудования, находящимися под напряжением» [9].
		27.2	«отсутствие заземления или неисправность электрооборудования» [9].
		27.3	«нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение СИЗ» [9].

Произведем «расчет количественного риска в соответствии с методикой, утвержденной Приказом №926 от 28.12.2021г» [10].

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

где « $R$  – риск,

$A$  – степень вероятности,

$U$  – тяжесть последствий» [10].

Степень вероятности  $A$  определим в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7 – Оценка вероятности

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
1	Весьма маловероятно	– практически исключено; – зависит от следования инструкции.	1
2	Маловероятно	– сложно представить, однако может произойти; – зависит от следования инструкции	2
3	Возможно	– иногда может произойти; – зависит от обучения (квалификации).	3
4	Вероятно	– Зависит от случая, высокая степень	4

Продолжение таблицы 7

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
		<ul style="list-style-type: none"> <li>– возможности реализации;</li> <li>– часто слышим о подобных фактах;</li> <li>– периодически наблюдаемое событие.</li> </ul>	
5	Весьма вероятно	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Практически 100%;</li> <li>– регулярно наблюдаемое событие.</li> </ul>	5

Тяжесть последствий  $U$  определим по таблице 8.

Таблица 8 – Оценка степени тяжести последствий

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
5	Катастрофическая	<ul style="list-style-type: none"> <li>– групповой несчастный случай на производстве (число пострадавших 2 и более человек);</li> <li>– несчастный случай на производстве со смертельным исходом;</li> <li>– авария; пожар.</li> </ul>	5
4	Крупная	<ul style="list-style-type: none"> <li>– тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней);</li> <li>– профессиональное заболевание;</li> <li>– инцидент с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней.</li> </ul>	4
3	значительная	<ul style="list-style-type: none"> <li>– серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней;</li> <li>– инцидент</li> </ul>	3
2	Незначительная	<ul style="list-style-type: none"> <li>– незначительная травма - микротравма, оказана первая медицинская помощь</li> <li>– инцидент,</li> <li>– быстро потушенное загорание.</li> </ul>	2
1	Приемлемая	<ul style="list-style-type: none"> <li>– без травмы или заболевания;</li> <li>– незначительный, быстроустраняемый ущерб.</li> </ul>	1

Значимость оценки риска оценим по следующей шкале:



- «1 - 8 (низкий);
- 9 - 17 (средний);
- 18 - 25 (высокий)» [10].

Результаты идентификации представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Результаты идентификации

Рабочее место	Опасность (№)	Опасное событие (ID)	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
оператор цеха подготовки и перекачки нефти	2	2.1	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий
	3	3.1	возможно	3	значительная	3	9	средний
	3	3.2	возможно	3	значительная	3	9	средний
	4	4.4	маловероятно	2	катастрофическая	5	10	средний
	9	9.1	вероятно	4	значительная	3	12	средний
	9	9.4	вероятно	4	значительная	3	12	средний
	9	9.5	вероятно	4	значительная	3	12	средний
	9	9.6	вероятно	4	значительная	3	12	средний
	9	9.7	вероятно	4	значительная	3	12	средний
	10	10.1	возможно	3	катастрофическая	5	15	средний
	14	14.1	возможно	3	значительная	3	9	средний
	20	20.1	возможно	3	значительная	3	9	средний
	21	21.2	возможно	3	значительная	3	9	средний
слесарь КИПиА	2	2.1	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий
	8	8.1	возможно	3	значительная	3	9	средний
	9	9.1	вероятно	4	значительная	3	12	средний
	9	9.6	вероятно	4	значительная	3	12	средний
	27	27.1	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий
электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования	2	2.1	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий
	8	8.1	вероятно	4	значительная	3	12	средний
	9	9.1	вероятно	4	значительная	3	12	средний
	23	23.1	возможно	3	незначительная	2	6	низкий
	27	27.1	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий
	27	27.2	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий
	27	27.3	вероятно	4	катастрофическая	5	20	высокий

Определим мероприятие по устранению выявленного высокого уровня профессионального риска (таблица 10).

Таблица 10 – Мероприятия по устранению выявленного высокого уровня профессионального риска

Рабочее место	Опасное событие (ID)	Мероприятие
оператор цеха подготовки и перекачки нефти, слесарь КИПиА электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования	2.1	«применение СИЗ соответствующего вида и способа защиты. Выдача СИЗ соответствующего типа в зависимости от вида опасности» [9].
	27.1	«изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение СИЗ, соблюдение требований охраны труда, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности» [9].
	27.2	«вывод неисправного электрооборудования из эксплуатации, своевременный ремонт и техническое обслуживание электрооборудования» [9].
	27.3	«применение СИЗ, соблюдение требований охраны труда, вывод неисправного электрооборудования из эксплуатации» [9].

Выводы: в разделе составлен реестр профессиональных рисков для рабочих мест АО СПНЗ. Высокий уровень риска для оператора цеха подготовки и перекачки нефти и слесаря КИПиА заключается в неприменении или неправильным использованием СИЗ. Для обеспечения безопасности электромонтера предложены мероприятия по защите от электрического тока. По выявленному высокому риску в разделе определены мероприятия по его устранению.

## 6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Антропогенная нагрузка АО СНПЗ заключается в воздействии деятельности предприятия на окружающую среду и здоровье людей, и, включает выбросы вредных веществ в атмосферу, сбросы в водоемы, образование отходов и другие виды воздействия. Антропогенная нагрузка АО СНПЗ представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Антропогенная нагрузка СНПЗ

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
СНПЗ	участок гидрокрекинга	азот диоксид, сернистый ангидрид, диоксид углерода, монооксид углерода, горючие и токсичные газы и пары, пыль и другие твёрдые частицы	нефтепродукты, сточные воды, анилин, кислые гудроны, образующиеся в результате очистки серной кислотой нефтепродуктов, флотореагенты, не регенерирующие адсорбенты, несгораемые остатки нефти, смолы.	отработанные материалы и запчасти, шлам, уголь активированный, катализатор медь-цинковый, отходы зачистки оборудования синтеза аммиака, содержащие цинк, песок перлитовый, отходы абразивных материалов в виде порошка.
Количество в год		0,2 тыс.тонн	0,2 тыс.тонн	0,2 тыс.тонн

Нефтеперерабатывающие предприятия оказывают негативное воздействие на экосферу, вызывая загрязнение грунта и грунтовых вод, что может повлиять на поверхностные водоёмы. Основные причины загрязнения включают утечки через негерметичное оборудование, механические повреждения, выбросы в атмосферу и проблемы с канализационными системами.

В таблице 12 проведен анализ соответствия технологий наилучшим доступным.

Таблица 12 – Сведения о применяемых на объекте технологиях

Структурное подразделение		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
номер	наименование		
1	участок гидрокрекинга	адсорбция, абсорбция	соответствует
2		каталитическое окисление	соответствует

В таблице 13 представлен «перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов, в соответствии с Распоряжением Правительства РФ от 20.10.2023 № 2909-р» [7].

Таблица 13 – Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов

Наименование загрязняющего вещества
азота оксид (азот (II) оксид; азот монооксид)
азота гидрид

Нефтеперерабатывающие предприятия оказывают значительное воздействие на атмосферный воздух. Основные загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу, включают сернистый ангидрид, азот диоксид и другие.

Значительные источники загрязнения – факельные системы, где сжигаются горючие и токсичные газы и пары.

Результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха

Структурное подразделение	Источник		Наименование загрязняющего вещества	ПДВ, мг/м <sup>3</sup>	Фактический выброс, г/с	Превышение ПДВ в раз (гр. 8 / гр. 7)	Дата отбора проб	Общее кол-во случаев превышения ПДВ	Примечание
	наименование	номер							
участок гидрокрекинга	1, 2	адсорбция, абсорбция, каталитическое окисление	азота оксид (азот (II) оксид; азот монооксид)	0,2	0,1	-	01.04.2024	-	-
			азота гидрид	0,2	0,1	-	01.04.2024	-	-

Нефтеперерабатывающие предприятия оказывают негативное воздействие на водные объекты, так как в процессе добычи и переработки нефти используются различные химические реагенты и загрязняющие вещества.

Это может привести к нарушению естественного биологического баланса водоёмов, гибели рыб и других представителей флоры и фауны, а также к накоплению загрязнителей в живых организмах и их передаче по трофической цепи.

Результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Результаты проведения проверок работы очистных сооружений

Тип очистного сооружения	Год ввода в эксплуатацию	Сведения о стадиях очистки, с указанием сооружений очистки сточных вод, в том числе дренажных, вод, относящихся к каждой стадии	Объем сброса сточных, в том числе дренажных, вод, тыс. м <sup>3</sup> /сут.; тыс. м <sup>3</sup> /год			Наименование загрязняющего вещества	Дата контроля (дата отбора проб)	Содержание загрязняющих веществ, мг/дм <sup>3</sup>			Эффективность очистки сточных вод, %	
			проектный	допустимый, в соответствии с разрешительным документом на пользование водным объектом	фактический			проектное	допустимое, в соответствии с разрешением на сброс веществ и микроорганизмов в водные объекты	фактическое	проектная	фактическая
скрубберы с раствором щелочи, для каталитических нейтрализаторов	2021	скрубберы используются для удаления газообразных загрязнителей путем их поглощения жидкостью, использование катализаторов ускоряют химические реакции разложения вредных веществ на более безопасные компоненты.	1,9	2,0	1,2	азот аммонийный	01.04.2024	1,5	2,0	1,2	99	99
			1,9	2,0	0,7	нефтепродукты	01.04.2024	1,5	2,0	0,9	99	99

Результаты производственного контроля в области обращения с отходами представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления

Наименование видов отходов	Код по ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образовано отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн	Утилизировано отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн
			хранение	накопление				
шлам очистки емкостей и трубопроводов от нефти и нефтепродуктов	9 11 200 02 39 3	3	-	0,1	0,1	-	0,1	-
шлам нефтеотделительных установок	546003 000403 3	3	-	0,1	0,1	-	0,1	-
Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн								
всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения			
0,1	-	0,1	-	-	-			
0,1	-	0,1	-	-	-			
Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн						Наличие отходов на конец года, тонн		
Всего	Хранение на собственных ОРО	Захоронение на собственных ОРО	Хранение на сторонних ОРО	Захоронение на сторонних ОРО	Хранение	Накопление		
-	-	-	-	-	-	-		

Выводы: в разделе определена антропогенная нагрузка АО СНПЗ на биосферу и представлены результаты ПЭК.

## 7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В разделе разработан план мероприятий, направленный на обеспечение ПБ АО СНПЗ. План представлен в таблице 17.

Таблица 17 – План мероприятий по обеспечению ПБ АО СНПЗ

Наименование мероприятия	Ответственный	Период выполнения	Примечание
устройство автоматической системы пожаротушения с газовым ОТВ	инженер по ПБ	III квартал 2024г	высокая степень срабатывания и эффективность тушения возгорания без вторичного ущерба от пожара.
установка устройства для проверки работоспособности системы пожаротушения	инженер по ПБ	III квартал 2024г	повышение технологических возможностей устройства, связанных с повышением контроля работоспособности электропусковых устройств модулей пожаротушения

Расчеты выполнены на основе ГОСТ 12.1.004-91 [5]. Смета расходов на реализацию мер ПБ и представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Смета затрат на обеспечение ПБ АО СНПЗ

Статьи затрат	Сумма, руб.
устройство автоматической системы пожаротушения с газовым ОТВ	90 000
установка устройства для проверки работоспособности системы пожаротушения	30 000
Итого:	120 000

«Математическое ожидание годовых от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения» [25]:

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

Исходные данные представлены в таблице 19.



Таблица 19 – Исходные данные

Наименование показателя	Ед. измер.	Усл. обоз.	Значение показателя	
			1 (до реализации мероприятий)	1 (до реализации мероприятий)
«площадь объекта оборотных фондов» [14].	м2	f	5050	
стоимость поврежденных частей здания» [14].	руб/м2	ск	10 000	
«вероятность возникновения пожара» [14].	1/м2 в год	j	1,2×10 <sup>-5</sup>	
«площадь пожара на время тушения первичными средствами» [14].	м2	fпож	40	
«площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения» [14].	м2	f*пож	4	
«площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения» [14].		f'пож	200	
«вероятность тушения пожара первичными средствами» [14].	-	p1	0,46	
«вероятность тушения пожара привозными средствами» [14].	-	p2	0,75	
«вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [14].		p3	0,65	
«коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [14].	-	-	0,52	
«коэффициент вторичных потерь	-	к	0,72	
«линейная скорость распространения горения по поверхности» [14].	м/мин	υл	1	
«время свободного горения	мин	всвг	7	
«стоимость автоматических устройств тушения пожара» [14].	Руб.	К	55 000	50000
«норма текущего ремонта» [14].	%	Нт.р.	8000	5000
«норма амортизационных отчислений» [14].	%	На	2500	3000
«численность работников обслуживающего персонала» [14].	чел.	Ч	5	5
«зарплата 1 работника» [14].	руб/мес	ЗПЛ	30 000	30 000
«суммарный годовой расход огнетушащего вещества» [14].	т	W	2	2
«оптовая цена огнетушащего вещества» [14].	Руб./т	Ц	25000	20000
«коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов» [14].	-	ктзср	2	2
«норма дисконта» [14].		НД	0,11	0,11
«период реализации мероприятия» [14].	лет	T	10	10

$$M(\Pi_1) = 1,2 \times 10^{-5} \cdot 5050 \cdot 120\,000 \cdot 40 \cdot (1 + 0,72) \cdot 0,46 = 4883875,2.$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения» [25]:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0.52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2, \quad (3)$$

$$M(\Pi_2) = 1,2 \times 10^{-5} \cdot 5050 \cdot (120\,000 \cdot 85 + 10\,000) \cdot 0.52 \cdot (1 + 0,72) \cdot (1 - 0,46) \cdot 0,75 = 4756084,9.$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [25]:

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

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

«Площадь пожара за время тушения привозными средствами» [25]:

$$F'_{\text{пож}} = \pi \times (\vartheta_{\text{л}} \cdot B_{\text{св}} \cdot r)^2, \quad (5)$$

$$F'_{\text{пож}} = 3,14 \times (1 \cdot 7 \cdot 1)^2 = 154.$$

$$M(\Pi_3) = 1,2 \times 10^{-5} \cdot 5050 \cdot (120\,000 \cdot 200 + 10\,000) \cdot (1 + 0,72) \cdot [1 - 0,46 - (1 - 0,46) \cdot 0,75] = 21508626,2.$$

$$M(\Pi_1) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) = 4883875,2 + 4756084,9 + 21508626,2 = 31148486,3.$$

Годовые материальные потери, согласно расчету, составят 31148486,3 рублей. «Годовые материальные потери от пожара при оборудовании объекта средствами автоматического пожаротушения  $M(\Pi_2)$ » [25]:

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

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения» [25]:

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

$$M(\Pi_2) = 1,2 \times 10^{-5} \cdot 5050 \cdot 120\,000 \cdot 4 \cdot (1 + 0,72) \cdot (1 - 0,46) \cdot 0,65 = 7317,1.$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения» [25]:

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

$$M(\Pi_3) = 1,2 \times 10^{-5} \cdot 5050 \cdot (120\,000 \cdot 85 + 10\,000) \cdot 0,52 \cdot (1 + 0,72) \cdot [1 - 0,46 - (1 - 0,46) \times 0,65] \cdot 0,75 = 32684,5.$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [25]:

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

$$M(\Pi_4) = 1,2 \times 10^{-5} \cdot 5050 \cdot (120\,000 \cdot 200 + 10\,000) \cdot (1 + 0,72) \cdot \{1 - 0,46 - (1 - 0,46) \cdot 0,65 - [1 - 0,46 - (1 - 0,46) \cdot 0,65] \cdot 0,75\} = 197080,4.$$

$$M(\Pi_2) = 7317,1 + 32684,5 + 197080,4 = 237082,1.$$

Годовые материальные потери от пожара при оборудовании объекта средствами автоматического пожаротушения 237082,1 руб.

«Эксплуатационные расходы на содержание автоматических систем пожаротушения» [25]:

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

$$P_1 = 5\,000 + 20\,000 = 25\,000 \text{ рублей,}$$

$$P_2 = 8\,000 + 20\,000 = 28\,000 \text{ рублей}$$

Текущие затраты:

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

«Затраты на текущий ремонт» [25]:

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

$$C_{\text{т.р.1}} = \frac{20\,000 \cdot 8000}{100\%} = 1\,600\,000,$$

$$C_{\text{т.р.2}} = \frac{20\,000 \cdot 5000}{100\%} = 1\,000\,000.$$

«Затраты на оплату труда обслуживающего персонала» [25]:

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

$$C_{\text{с.о.п.1,2}} = 12 \cdot 5 \cdot 30\,000 = 1\,800\,000 \text{ рублей.}$$

«Затраты на огнетушащее вещество» [25]:

$$C_{o.v.} = W \cdot \Pi \cdot k_{т.з.с.р.}, \quad (14)$$

$$C_{o.v.1} = 2 \cdot 2 \cdot 25\,000 = 100\,000 \text{ рублей,}$$

$$C_{o.v.2} = 2 \cdot 2 \cdot 30\,000 = 1200\,000 \text{ рублей.}$$

$$C_1 = C_{т.р.} + C_{с.о.п.} + C_{o.v.} = 1\,600\,000 + 1\,800\,000 + 100\,000 = 3\,500\,000,$$

$$C_2 = C_{т.р.} + C_{с.о.п.} + C_{o.v.} = 1\,000\,000 + 1\,800\,000 + 120\,000 = 4\,000\,000.$$

«Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения» [25]:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%}, \quad (15)$$

$$A = \frac{15\,000 \cdot 3000}{100\%} = 450\,000.$$

«Чистый дисконтированный поток доходов по каждому году» [25]:

$$И_t = ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) \cdot \frac{1}{(1+HД)^t} - (K_2 - K_1), \quad (16)$$

«Интегральный экономический эффект по каждому году проекта (таблица 20)» [25]:

$$И = \sum_{t=0}^T И_t \quad (17)$$

Таблица 20 – Денежные потоки

Год осуществления проекта Т	$M(\Pi 1)-M(\Pi 2)$	$C_2-C_1$	$1/(1+HД)^t$	$[M(\Pi 1)-M(\Pi 2)-(C_2-C_1)]*1/(1+HД)^t$	$K_2-K_1$	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (И)
1	30911404,2	500 000	0,9	30461404,2	50000	30456404,2
2	30911404,2	500 000	0,81	30506404,2	0	30506404,2
3	30911404,2	500 000	0,73	30549404,2	0	30549404,2
4	30911404,2	500 000	0,66	30581404,2	0	30581404,2
5	30911404,2	500 000	0,59	30616404,2	0	30616404,2
6	30911404,2	500 000	0,53	30646404,2	0	30646404,2
7	30911404,2	500 000	0,48	30671404,2	0	30671404,2
8	30911404,2	500 000	0,44	30691404,2	0	30691404,2
9	30911404,2	500 000	0,38	30721404,2	0	30721404,2
10	30911404,2	500 000	0,36	30731404,2	0	30731404,2

Выводы: расчет эффективности предложенных мероприятий показал эффективность устройства автоматической пожарной установки с газовым ОТВ, устройство системы проверки работоспособности систем АУТП также способствует обеспечению техносферной безопасности. В разделе определен интегральный эффект от предложенных мероприятий. На 10 лет проекта он составит 278 618 239 рублей.

## Заключение

В первом разделе в разделе представлена общая характеристика АО СНПЗ. Вид пожарной нагрузки в АО СНПЗ – сырая нефть, продукты их переработки, такие как: бензин, дизельное топливо, продукты нефтехимии, оборудование для переработки, насосное оборудование, электрооборудование, высокотемпературные процессы переработки, химические переработки и т.п. Пожарная нагрузка сконцентрирована в помещения приема, выпуска сырья и нефтепродуктов, относящихся к категории ЛВЖ и ГЖ, а также на участках производства.

Во втором разделе представлены объекты АО СНПЗ, эксплуатация которых должна выполняться в соответствии с рядом нормативных документов. Особенность обеспечения пожарной безопасности связана с переработкой ЛВЖ и ГЖ и требуют их неукоснительного выполнения.

В третьем разделе проведен анализ противопожарной защиты на объектах предприятия АО СНПЗ по переработке нефти. Противопожарные меры соблюдаются в полной и мере включают ряд аспектов, в соответствии с нормативными документами. Обобщая анализ противопожарных мероприятий АО СНПЗ, делаем вывод, что требования пожарной безопасности выполняются, однако необходима разработка мероприятий в следующих направлениях: поиск автоматических систем пожаротушения на основе термоактивируемого газовыделяющего огнетушащего вещества, совершенствование и проверка работоспособности противопожарных систем с целью поддержания их в постоянной готовности; совершенствование модульной установки для тушения крупных пожаров в резервуарах и оборудовании с нефтепродуктами.

В четвертом разделе в разделе предложены технические решения по обеспечению пожарной безопасности АО СНПЗ. Предложена автоматическая установка пожаротушения с газовым ОТВ, результаты эксперимента показали,

высокую степень ее срабатывания и эффективность тушения возгорания без вторичного ущерба от пожара.

Автоматические системы пожаротушения необходимо поддерживать в работоспособном состоянии, т.е. необходима проверка АУТП с целью поддержания их в постоянной готовности. По итогам анализа предложена модель, техническим результатом которой является устранение вышеуказанных недостатков, в частности повышение технологических возможностей устройства, связанных с повышением контроля работоспособности электропусковых устройств пожаротушения. Автор представленной модели является ООО «Газпром добыча Уренгой».

В качестве модуля тушения пожаров на резервуарах и оборудовании с нефтепродуктами предлагаем разработку Гордиенко Д.М., Федоткина Д.В., Копылова Н.П., Милёхина Ю.М. «Мобильная модульная установка для тушения крупных пожаров на резервуарах и оборудовании с нефтепродуктами», патентообладателем которой является МЧС России [3].

Установку рекомендуют использовать на объектах нефтегазового комплекса – складах нефтепродуктов, резервуарных парках, насосных перекачивающих установках, нефтеперерабатывающих предприятиях. Представленная разработка обеспечивает тушение пожаров на резервуарах с нефтепродуктами, посредством мобильного устройства, которое смонтировано в резервуарах. Кроме того, установка может доставляться к месту пожара обычным автомобильным контейнеровозом. Установка может быть использована на объектах нефтегазового комплекса - складах нефтепродуктов, резервуарных парках, насосных перекачивающих установках, нефтеперерабатывающих предприятиях, путем подачи больших объемов пенных растворов на объект пожара.

В пятом разделе составлен реестр профессиональных рисков для рабочих мест АО СПНЗ. Высокий уровень риска для оператора цеха подготовки и перекачки нефти и слесаря КИПиА заключается в неприменении или неправильном использовании СИЗ. Для обеспечения безопасности



электромонтера предложены мероприятия по защите от электрического тока. По выявленному высокому риску в разделе определены мероприятия по его устранению.

В шестом разделе в разделе определена антропогенная нагрузка АО СНПЗ на биосферу и представлены результаты ПЭК.

В седьмом разделе, выполнен расчет эффективности предложенных мероприятий, который показал эффективность устройства автоматической пожарной установки с газовым ОТВ, устройство системы проверки работоспособности систем АУТП также способствует обеспечению техносферной безопасности. В разделе определен интегральный эффект от предложенных мероприятий. На 10 лет проекта он составит 278 618 239 рублей.

## Список используемых источников

1 АО «Сызранский НПЗ» [Электронный ресурс] : официальный сайт. URL: <https://snpz.rosneft.ru/about/Glance/OperationalStructure/Pererabotka/snpz/> (дата обращения: 20.04.2024).

2 Ведомственные указания по противопожарному проектированию предприятий, зданий и сооружений нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности [Электронный ресурс] : ВУПП-88. Ведомственные нормы технологического проектирования. URL: [https://e-ecolog.ru/docs/5FYQ45noeIbXTJ\\_sGRHDG?ysclid=lv8jodc9xr914233903&utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fya.ru%2F](https://e-ecolog.ru/docs/5FYQ45noeIbXTJ_sGRHDG?ysclid=lv8jodc9xr914233903&utm_referrer=https%3A%2F%2Fya.ru%2F) (дата обращения: 20.04.2024).

3 Гордиенко Д.М., Федоткин Д.В., Копылов Н.П., Милёхин Ю.М. [Электронный ресурс] : Федеральный институт промышленной собственности, Патентообладатель(и): Российская Федерация, от имени которой выступает Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) (RU). URL: <https://fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=fdcbd86ddd18056f991450c5e66656ae> (дата обращения: 20.04.2024).

4 Колдупаева Н.В. Устройство пожаротушения на основе термоактивируемого газовыделяющего огнетушащего вещества [Электронный ресурс] : Федеральный институт промышленной собственности, патентообладатель(и): ООО «Газпром добыча Уренгой». URL: <https://fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=6cc40069d7f29e663f65c96c74074b45> (дата обращения: 20.04.2024).

5 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс] :

ГОСТ 12.1.004-91. URL:  
[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_113763/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113763/) (дата обращения:  
20.04.2024).

6 О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 19.10.2023). URL:  
[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/) (дата обращения:  
20.04.2024).

7 Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды и признании утратившими силу некоторых Постановлений Правительства РФ [Электронный ресурс] : Распоряжение Правительства РФ от 20.10.2023 № 2909-р (ред. от 23.12.2023). URL:  
<https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=463555&ysclid=1u8306kq79504235245> (дата обращения: 20.04.2024).

8 Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред. от 30.03.2023). URL:  
[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_363263/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263/) (дата обращения:  
20.04.2024).

9 Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н (Зарегистрировано в Минюсте России 14.12.2021 № 66318). URL:  
[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_403335/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_403335/) (дата обращения:  
20.04.2024).

10 Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926. URL:  
[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_406016/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_406016/) (дата обращения:  
20.04.2024).

11 Об утверждении свода правил «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [Электронный ресурс] : Приказ МЧС РФ от 25.03.2009 № 182 (ред. от 09.12.2010). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_89061/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_89061/) (дата обращения: 20.04.2024).

12 Об утверждении свода правил «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 31.07.2020 № 582. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_376143/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_376143/) (дата обращения: 20.04.2024).

13 Об утверждении свода правил «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 31.08.2020 №628 (вместе с «СП 485.1311500.2020. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования»). URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-mchs-rossii-ot-31082020-n-628-ob-utverzhdanii/> (дата обращения: 20.04.2024).

14 Об утверждении свода правил «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности» [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 26.12.2013 № 837 (ред. от 09.03.2017) (вместе с «СП 155.13130.2014. Свод правил...»). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_163409/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163409/) (дата обращения: 20.04.2024).

15 Об утверждении свода правил СП 1.13130 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 19.03.2020 № 194 (ред. от 21.11.2023) (вместе с «СП 1.13130.2020 Свод правил...»). URL:

[https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_351940/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_351940/) (дата обращения: 20.04.2024).

16 Об утверждении свода правил СП 10.13130 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования» [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 27.07.2020 № 559. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_365651/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_365651/) (дата обращения: 20.04.2024).

17 Об утверждении свода правил СП 4.13130 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям» [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 24.04.2013 № 288 (ред. от 27.06.2023) (вместе с «СП 4.13130.2013. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям»). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_148575/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_148575/) (дата обращения: 20.04.2024).

18 Об утверждении свода правил СП 7.13130 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 21.02.2013 № 116 (ред. от 12.03.2020). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_144507/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144507/) (дата обращения: 20.04.2024).

19 Об утверждении требований к оснащению объектов защиты автоматическими установками пожаротушения, системой пожарной сигнализации, системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 01.09.2021 № 1464 URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_394758/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_394758/) (дата обращения: 20.04.2024).

20 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности [Электронный ресурс] : Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 № 534 (ред. от 31.01.2023) (Зарегистрировано в Минюсте России 29.12.2020 № 61888). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_372740/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372740/) (дата обращения: 20.04.2024).

21 Обеспечение пожарной безопасности предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. [Электронный ресурс] : Рекомендации (утв. ФГУ ВНИИПО МЧС РФ 24.05.2004). URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_240159/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_240159/) (дата обращения: 20.04.2024).

22 Редин Э.Ю., Дегтярёв А.А. Устройство для проверки работоспособности системы пожаротушения [Электронный ресурс] : Федеральный институт промышленной собственности, патентообладатель(и): ООО «Газпром добыча Уренгой». URL: <https://fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=aeb6973bbcf41a9f10c4a69fd0c24334> (дата обращения: 20.04.2024).

23 Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 30.03.2020 № 225 (ред. от 25.12.2023) «Об утверждении свода правил СП 8.13130». URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_351212/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_351212/) (дата обращения: 20.04.2024).

24 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 25.12.2023). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/) (дата обращения: 20.04.2024).

25 Фрезе Т.Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности. Выполнение раздела выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»: электронное учебно-методическое пособие / Т.Ю. Фрезе. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2022. 1 оптический диск.