

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)

Пожарная безопасность

(направленность (профиль))

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Оценка пожарной опасности в резервуарных парках хранения нефти и  
разработка мероприятий для их снижения

Студент

К.В. Ежова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

М.Е. Агольцев

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т. Ю. Фрезе

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

Тольятти 2022

## Аннотация

В рассматриваемой ВКР на тему: «Оценка пожарной опасности в резервуарных парках хранения нефти и разработка мероприятий для их снижения» приведены и описаны общие данные о выбранном объекте хранения нефтепродуктов, кроме того, обобщены и проанализированы сведения об обеспечении ПБ на объекте. Также исследованы методы тушения пожара нефтепродуктов методом послойного тушения и спрогнозирована аварийная ситуация, связанная с пожаром. В работе приведены схемы расстановки сил и средств подразделений пожарной охраны по условному тушению пожара на объекте нефтехимии, произведена оценка пожарной опасности зданий и сооружений объекта.

Цель настоящей ВКР: разработать систему мероприятий противопожарной защиты объекта нефтехимии на стадии профилактики и непосредственно при возникновении пожара.

Задачи, в связи с поставленной целью ВКР:

- выбрать объект нефтехимического комплекса, собрать общие данные путем запроса технической документации;
- проанализировать систему методов обеспечения ПБ на объектах с хранением и переработкой нефти с помощью нормативно-правовых источников литературы законодательства РФ;
- выбрать самые действенные и эффективные методы послойного тушения нефтепродуктов;
- привести основы принципов охраны труда и нейтрального соседства в сфере экологической безопасности;
- оценить эффективность предлагаемых мероприятий.

ВКР состоит из введения, 9 разделов, заключения, содержит 3 рисунка, 11 таблиц, список используемых источников (30 источников). Основной текст работы изложен на 47 страницах.

## Содержание

Введение.....	4
Термины и определения.....	6
Перечень сокращений и обозначений.....	7
1 Характеристика объекта.....	8
2 Система обеспечения противопожарных мероприятий объекта защиты.....	11
3 Разработка и внедрение системы подслоного тушения РВС.....	14
4 Прогноз и развитие пожара на объекте.....	17
5 Организация работ по тушению пожаров.....	22
6 Оценка пожарной опасности в резервуарных парках хранения нефти.....	24
7 Охрана труда.....	27
8 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	30
9 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	33
Заключение.....	42
Список используемых источников.....	44

## Введение

За последние десятилетия в связи с ростом рыночной экономики заметно увеличивается количество объектов с наличием технологического процесса, объектов досугового и бытового значения с временным пребыванием людей. Вместе с тем, возникает вопрос и об обеспечении безопасности людей в здании, появляется термин техносферная безопасность. Это и охрана труда, и промышленная безопасность, охрана окружающей среды и, наконец, пожарная безопасность.

Обеспечение пожарной безопасности на объектах нефтехимии – сложный многозадачный комплекс, требующий постоянного изучения и совершенствования. Это объясняется тем, что свойства нефти не позволяют ее тушить водой, а во-вторых, объекты такой категории, в большинстве своем, содержат большое количество зданий и сооружений с наличием взрывопожароопасного технологического процесса. Это, и хранение нефтепродуктов, и слив-налив, и переработка, и производство.

Кроме того, также необходимо отметить, что стратегическим направлением обеспечения безопасности страны является сохранение и процветание ныне существующие нефтебаз и нефтеперерабатывающих объектов. Нефть и нефтепродукты, это прежде всего, сырье для различных сфер экономической и хозяйственной деятельности. Например, фармацевтика и медицина, машиностроение, авиастроение, химическая промышленность и косметология. Из нефтепродуктов производят игрушки, товары народного потребления, косметические средства, одежды.

«Техническое регулирование в области пожарной безопасности ядерного оружия и связанных с ним процессов разработки, производства, эксплуатации, хранения, перевозки, ликвидации и утилизации его составных частей, а также в области пожарной безопасности зданий и сооружений, объектов организаций ядерного оружейного комплекса Российской Федерации устанавливается законодательством Российской Федерации» [22].

Актуальность ВКР заключается в том, что необходимо исследовать и разработать эффективные меры по тушению нефтепродуктов из-за опасных свойств (воспламеняемость, горючесть) жидких углеводородов. Кроме того, учитывая значительные размеры занимаемой территории таких объектов, необходимо провести дополнительные теоретические исследования для определения ПБ и нейтрального соседства с другими объектам инфраструктуры.

Задачи, в связи с поставленной целью ВКР:

- выбрать объект нефтехимического комплекса, собрать общие данные путем запроса технической документации;
- проанализировать систему методов обеспечения ПБ на объектах с хранением и переработкой нефти с помощью нормативно-правовых источников литературы законодательства РФ;
- выбрать самые действенные и эффективные методы послойного тушения нефтепродуктов;
- привести основы принципов охраны труда и нейтрального соседства в сфере экологической безопасности;
- оценить эффективность предлагаемых мероприятий.

Цель настоящей ВКР: разработать систему мероприятий противопожарной защиты объекта нефтехимии на стадии профилактики и непосредственно при возникновении пожара.

–

## Термины и определения

«Авария – опасное техногенное происшествие, создающее на объекте, определенной территории или акватории угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению или повреждению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса, нанесению ущерба окружающей среде» [21].

«Добытая нефть – готовая продукция, являющаяся конечным результатом процесса добычи нефти, первая по своему качеству соответствующая государственному стандарту Российской Федерации» [20].

«Подслоное тушение пожара в резервуаре – способ тушения пожара нефти и нефтепродуктов в резервуаре подачей низкократной пленкообразующей пены в основание резервуара (непосредственно в слой горючего)» [20].

«Пожарная безопасность объекта защиты - состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара» [22].

«Промышленная безопасность опасных производственных объектов – состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий» [3].

«Резервуарный парк – технологический комплекс взаимосвязанных резервуаров для выполнения операций по подготовке нефти» [1].

«Резервуар технологический – стационарная емкость, оснащенная технологическим оборудованием, предназначенная для осуществления технологического процесса подготовки нефти в соответствии с технологическим регламентом» [1].

«Тушение пожаров представляет собой действия, направленные на спасение людей, имущества и ликвидацию пожаров» [7].

## Перечень сокращений и обозначений

«ГЖ – горючая жидкость» [19]

ГСМ – горюче-смазочный материал

«ЗПУ – запорно-пусковое устройство» [19]

«ЛВЖ – легковоспламеняющаяся горючая жидкость» [19]

ООО – общество с ограниченной ответственностью

ППВ – противопожарное водоснабжение

«РВС – резервуар вертикальный стальной» [19]

«РВСП – резервуар вертикальный стальной с понтоном» [19]

«СПП – самовспенивающаяся газоаэрозоленасыщенная пена» [19]

«СП – свод правил» [19]

## 1 Характеристика объекта

Объектом ВКР выбран КФ «Тольятти-нефтепродукт Сервис», расположенный по адресу Поволжское шоссе, д. 1. Назначение объекта – хранение, переработка, складирование нефти и розничная торговля нефтепродуктов.

Рассматриваемый объект располагается в Комсомольском районе г. Тольятти, ближайший потенциально-опасный объект – АО «Автозагрегат». Но в 2015 году объект перестал функционировать как производитель автокомпонентов вследствие нестабильной экономической ситуации. Тем не менее, помещения и здания арендуют различные фирмы, где также организованы небольшие производства. Рельеф местности пересеченный, где разница отметок составляет 5 м. КФ «Тольятти-нефтепродукт Сервис» занимает площадь 67 000 м<sup>2</sup>.

Объект занимает площадь 7838 м<sup>2</sup>, представляет собой участок, ограниченный по всему периметру бетонным забором. На территории располагаются ёмкости для хранения ГСМ наземного и подземного хранения. Общий объём ёмкостей 2480 м<sup>3</sup>. Имеется наливная станция для выдачи нефтепродуктов тип 1СВН-80А устанавливается на топливозаправщики и предназначен для перекачивания различных видов топлива (нефтепродуктов): бензин, керосин, дизельное топливо при температуре от – 40°С до +50°С.

На территории базы находится одноэтажное административно-бытовое здание площадью 140 м<sup>2</sup>, II степени огнестойкости. Ёмкости для хранения ЛВЖ представляют собой металлические цистерны, наземного и подземного исполнения, расположенные на территории базы группами, имеющими групповое обвалование высотой 0,5 метра. В штат базы входит 6 человек.

Освещение в служебном помещении электрическое в взрывозащитном исполнении. До ближайшего подразделения пожарной охраны (13 ПСЧ ул. Громовой, 29) до объекта 7,6 км [2].

Наземные резервуары расположены двумя группами в северо-западной части базы. Номера резервуаров с 1 по 10. Резервуаров имеется групповое обвалование высотой 0,7 метра, выполненное из кирпича. Объем обвалования 87 м<sup>3</sup>. Площадь обвалования 126 м<sup>2</sup>. Номера резервуаров с 11 по 12. Резервуаров имеется групповое обвалование высотой 0,7 метра, выполненное из кирпича. Объем обвалования 33,5 м<sup>3</sup>. Площадь обвалования 48 м<sup>2</sup>.

На рисунке 1 приведена система резервуаров выбранного объекта.





Рисунок 1 – Система резервуаров (резервуарный парк ЛВЖ, ГЖ)

Группа с восточной стороны базы № с 1 по 6. Общий объем 3600 м<sup>3</sup>. Группа имеет общее обвалование высотой 0,5 метра. Объем обвалования 175 м<sup>3</sup>.

В таблице 1 приведены общие сведения о характеристике резервуара.

Таблица 1 – Краткая характеристика и назначение резервуара РВС-300

Тип		Резервуар вертикальный стальной
Назначение		для хранения моторного масла
Место расположение (цех, установка)		Г. Тольятти, Поволжское шоссе, 1 площадка нефтебазы по хранению нефти и нефтепродуктов
Год изготовления		Сведения отсутствуют
Год монтажа и ввода в эксплуатацию		2004г.
Объем		3000 м <sup>3</sup>
Диаметр		2800 мм
Вид хранимого продукта		Нефтепродукт
класс		III
Высота налива продукта	min	25 мм
	max	2790 мм
Наружное покрытие		Лакокрасочное покрытие
Внутреннее покрытие		Антикоррозийная защита

Наземные резервуары расположены двумя группами в северо-западной части базы. Номера резервуаров с 1 по 10. Резервуаров имеется групповое обвалование высотой 0,7 метра, выполненное из кирпича. Объем обвалования 87 м<sup>3</sup>. Площадь обвалования 126 м<sup>2</sup>.

По справочным данным, характеристики объекта, группа резервуаров предназначена для хранения ЛВЖ, масла индустриального ИГП-18 с температурой вспышки меньше 1800 °С. До 8-10 м/с скорость выгорания возрастает на 30-50%.

Горение в резервуарах может сопровождаться вскипанием и выбросами при прогреве более 100 °С.

По справочным данным, характеристики объекта, группа резервуаров предназначена для хранения ЛВЖ, масла индустриального ИГП-30 с температурой вспышки 2000С. До 8-10 м/с скорость выгорания возрастает на 30-50% [5].

Горение в резервуарах может сопровождаться вскипанием и выбросами при прогреве более 100 °С.

По справочным данным, характеристики объекта, группа резервуаров предназначена для хранения ЛВЖ, масла моторное Rosneft Magnum Maxtec 5W-40 с температурой вспышки не ниже 200 0С. До 8-10 м/с скорость выгорания возрастает на 30-50%.

Горение в резервуарах может сопровождаться вскипанием и выбросами при прогреве более 100 °С.

Вывод к разделу 1

В разделе приведена характеристика выбранного объекта нефтехимического комплекса.

Объектом ВКР выбран КФ «Гольятти-нефтепродукт Сервис», расположенный по адресу Поволжское шоссе, д. 1. Назначение объекта – хранение, переработка, складирование нефти и розничная торговля нефтепродуктов. Объект занимает площадь 7838 м<sup>2</sup>, представляет собой участок, ограниченный по всему периметру бетонным забором. На территории располагаются ёмкости для хранения ГСМ наземного и подземного хранения. Общий объём ёмкостей 2480 м<sup>3</sup>. Имеется наливная станция для выдачи нефтепродуктов тип 1СВН-80А устанавливается на топливозаправщики и предназначен для перекачивания различных видов топлива (нефтепродуктов): бензин, керосин, дизельное топливо при температуре от — 40°С до +50°С.

## **2 Система обеспечения противопожарных мероприятий объекта защиты**

Обеспечение пожарной безопасности на объектах нефтехимии – сложный многозадачный комплекс, требующий постоянного изучения и совершенствования. Это объясняется тем, что свойства нефти не позволяют ее тушить водой, а во-вторых, объекты такой категории, в большинстве своем, содержат большое количество зданий и сооружений с наличием взрывопожароопасного технологического процесса. Это, и хранение нефтепродуктов, и слив-налив, и переработка, и производство.

Система обеспечения противопожарных мероприятий достигается следующими методами и мерами:

- проектированием зданий и сооружений объекта нефтехимии согласно нормируемым параметрам архитектурно-планировочных требований [25];
- подбором квалифицированного персонала, инженеров промышленной и пожарной безопасности с наличием высшего профильного образования и опыта в промышленной деятельности;
- своевременной заменой оборудования и аппаратов технологического процесса хранения и переработки нефтепродуктов;
- устройством широких подъездных путей, наличием первичных средств пожаротушения с беспрепятственным доступом к ним;
- наличием источников противопожарного водоснабжения – внутренних и наружных;
- обучение персонала и работников объекта мерам пожарной безопасности, действиям в условиях экстремальной ситуации;
- внедрением комплекса профилактических мероприятий;
- недопущением изменений конструктивных решений без обоснованного проекта и законодательной основы;
- обеспечением заземления и устройств молниезащиты и предупреждения статического электричества;
- проведением совместных тренировок и учений со службами жизнеобеспечения для отработки практических действий;
- наличием резервных резервуаров и емкостей для перелива ЛВЖ, ГЖ;
- наличием газоанализаторов, паров ЛВЖ для стабилизации и безаварийной работы технологического процесса;

- наличием противопожарных разрывов, обеспечивающих недопущение перехода пламени от одного объекта к другому в случае пожара;
- наличием обвалования и других элементов конструктивного исполнения во избежания разлива ЛВЖ, аварийных ситуаций;
- наличием АПС, АУПТ, СОУЭ [15].

Наземные резервуары расположены в средней части базы. Группа имеет общее обвалование высотой 0,5 м. Объем обвалования 444 м<sup>3</sup>.

По справочным данным, характеристики объекта, группа резервуаров предназначена для хранения ЛВЖ, масла индустриального ИГП-18 с температурой вспышки меньше 1800 °С. До 8-10 м/с скорость выгорания возрастает на 30-50%.

Горение в резервуарах может сопровождаться вскипанием и выбросами при прогреве более 100 °С. Резервуары для хранения ЛВЖ и ГЖ не оборудованы системами обнаружения пожара, тушения пожара, охлаждения резервуаров.

АБК, пост охраны, вагончик оборудованы системой раннего обнаружения пожара и системой оповещения и управления эвакуации 2-го типа.

Прибор приемно-контрольный охранно-пожарный «С-2000М», выведен на пост охраны с круглосуточным пребыванием дежурного [16].

Обеспечение пожарной безопасности на объектах нефтехимии – сложный многозадачный комплекс, требующий постоянного изучения и совершенствования. Это объясняется тем, что свойства нефти не позволяют ее тушить водой, а во-вторых, объекты такой категории, в большинстве своем, содержат большое количество зданий и сооружений с наличием взрывопожароопасного технологического процесса. В качестве световых оповещателей используется ОПОП 1-8 «Выход», расположенные на путях эвакуации.

В таблице 2 приведены сведения о наружных источниках ППВ.

Таблица 2 – Сведения о наружных источниках ППВ

Место расположения пожарных гидрантов	Диаметр водопровода, тип сети	Давление в сети (атм)	Расстояние до объекта (м)	Q Сети л/сек
западная сторона нефтебазы (ПГ-1) при въезде на нефтебазу	Т-150	4 атм.	20	45
Северо-западная сторона нефтебазы (ПГ-2)	Т-150	4 атм.	20	45

В случае отключения пожарных гидрантов на расстоянии 1,3 км по адресу ул. Северная, д. 55 имеются 2 пожарный водоема объемом по 100 м<sup>3</sup> каждый. На

расстоянии 2,5 км по адресу ул. Северная, д. 36 имеется пожарный водоем объемом 60 м<sup>3</sup>.

В таблице 3 приведены сведения о пожарной опасности веществ и материалов, обращающихся в производстве и меры защиты личного состава.

Таблица 3 – Пожарная опасность веществ и материалов, обращающихся в производстве и меры защиты личного состава

Наименование помещения, технологического оборудования	Наименование ЛВЖ, ГЖ	Количество (объем), (кг, л, м <sup>3</sup> )	Краткая характеристика пожарной опасности	Средства тушения	Рекомендации по мерам защиты л/с
Резервуары РВС-75 (подземные) 1-я линия	Дизельное топливо	6×75м <sup>3</sup>	ЛВЖ с Т воспламенения более 28°С	ВМП	СИЗОД, ТОК, боевая одежда.
Резервуары РВС-300 (наземный) 2-я линия	Бензин	14×60м <sup>3</sup>	ЛВЖ с Т воспламенения менее 28°С	ВМП	СИЗОД, ТОК, боевая одежда.
Резервуары РВС-75 (подземные) 3-я линия	Дизельное топливо	5×75 м <sup>3</sup>	ЛВЖ с Т воспламенения более 28°С	ВМП	СИЗОД, ТОК, боевая одежда.
Резервуары РВС-60 (подземные) 4-я линия	Дизельное топливо	6×60м <sup>3</sup>	ЛВЖ с Т воспламенения более 28°С	ВМП	СИЗОД, ТОК, боевая одежда

Так же имеется пожарный пост с пожарным оборудованием переносная мотопомпа для подачи огнетушащих веществ, а также запас пенообразователя марки ПО 6 ВАС в количестве 1000 литров.

#### Вывод к разделу 2

Обеспечение пожарной безопасности на объектах нефтехимии – сложный многозадачный комплекс, требующий постоянного изучения и совершенствования. Это объясняется тем, что свойства нефти не позволяют ее тушить водой, а во-вторых, объекты такой категории, в большинстве своем, содержат большое количество зданий и сооружений с наличием взрывопожароопасного технологического процесса. Это, и хранение нефтепродуктов, и слив-налив, и переработка, и производство [10].

### 3 Разработка и внедрение системы подслоного тушения РВС

Способ послойного тушения пожара, прежде всего, используют при тушении ЛВЖ, ГЖ, нефтепродуктов. Принцип метода заключается в том, что пену подают в слой горячей жидкости, где температура значительно ниже, чем в высшем слое. Таким образом, путем перемешивания горящего слоя и пены, снижается температура горения и прекращается доступ кислорода, который, действуя как окислитель, может способствовать горению.

«Способ тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах осуществляется путем подачи в основание резервуара огнетушащего вещества, где в качестве огнетушащего вещества, которое подают в основание резервуара, применяется водный раствор уксусной кислоты и кислой соли многовалентного металла, при этом раствор подается в емкость внутри резервуара, под слоем горючей жидкости, которая содержит водный раствор газообразующих веществ, которые при смешении с кислым водным раствором выделяет, во всем объеме, высокодисперсный газ, включая двуокись углерода и азот, которые, проходя через водный раствор, образуют пену низкой кратности [12]. Пена всплывает на горящую поверхность нефтепродукта, вынося в пенных пленках компоненты, которые выделяют азот под действием теплового потока от факела пламени и в местах соприкосновения пены с нагретой поверхностью металлической стенки резервуара. Тушение пожара происходит путем покрытия всей поверхности горения за счет вторичного эффекта вспенивания» [13].

Чтобы обеспечить двухстадийный процесс образования пены выделяется углекислый газ, затем сложные амфолитные соединения.

«В качестве фторированных стабилизаторов используются амфолитные, частично фторированные соединения, в которых на шесть фторированных атомов углерода приходится два углеводородных, карбокси бетаины с торговыми марками CAPSTONE 1157, CAPSTONE 1183 и SEMGARD в смеси с алкилсульфатами натрия, с длиной углеродной цепи 8-12, и алкилсульфонаты натрия C8-C16, при этом содержание углеводородных ПАВ по отношению фторированным ПАВ составляет от 0,1 до 10% масс., а содержание бикарбоната натрия в щелочном растворе соответствует пересыщенной концентрации, при которой часть бикарбоната натрия содержится в виде порошка-осадка на дне, или в виде взвеси в массе водного раствора» [13].

Для того, чтобы упростить схему тушения, можно подавать водные растворы различной щелочной природы последовательно или одновременно.

«Испытания огнетушащей эффективности способов тушения пламени проводили по методике, предусмотренной ГОСТ Р 53280.2-2010 «Установки пожаротушения автоматические. Огнетушащие вещества. Часть 2. Пенообразователи для подслоного тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах. Общие технические требования и методы испытаний» [13].

Для определения эффективности предлагаемого способа послонного тушения выделено три состава, которые подверглись испытаниям. Результаты наглядно показывают эффективность представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты испытаний предлагаемого способа

Интенсивность подачи кг/м <sup>2</sup> ×с	Время тушения, с		Относительная эффективность
	Способ-прототип	Предлагаемый способ	
0	165	31	5,3
0,040	95	21	4,5
0,060	72	18	4,0
0,100	56	16	3,5
0,120	55	16	3,4
0,140	50	14	3,6

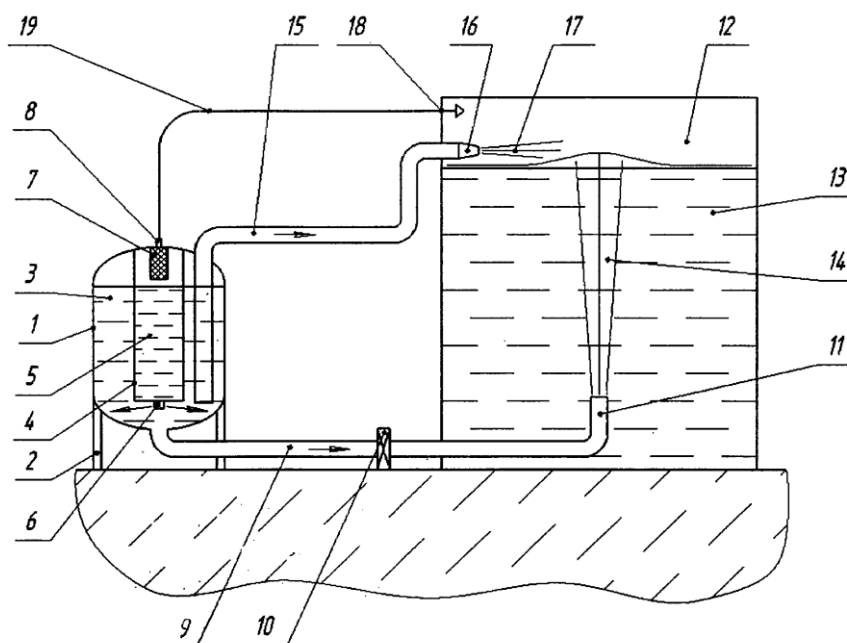
Из вышеописанных данных таблицы видно, что эффективность предлагаемого результата выше, чем у способа-прототипа в 3-4 раза. Достоинством метода является новизна, эффективность, простота в осуществлении метода [17].

Способ подслоного пожаротушения резервуаров с нефтепродуктами, устройство подготовки и подачи пены и система противопожарной защиты резервуаров

«Устройство подготовки и подачи пены включает пенобак с газогенератором, размещенный внутри емкости или рядом с ней, содержащей запас воды. Заряд однокамерного газогенератора обеспечивает изменением поверхности горения малый газоприток на первом режиме горения для вытеснения пенообразователя в емкость с водой, его смешения с образованием пены, а на втором режиме, с большим газопритком и давлением в газогенераторе - подачу пены в резервуар по двум трубопроводам: подслоного тушения в вертикальную трубу в нижнюю часть резервуара, а также по отдельному трубопроводу в верхнюю часть резервуара. Способ пожаротушения резервуаров заключается в установке за обвалованием резервуара стационарного или мобильного устройства, обеспечивающего раздельное хранение воды и пенообразователя, подготовку и подачу пены с помощью твердотопливного газогенератора по трубопроводу подслоного тушения в резервуар с

одновременной подачей пены сверху на зеркало горящего нефтепродукта. Система противопожарной защиты резервуаров на основе предложенных способа и устройства выполнена в виде двух потоков пены - в трубопровод подслоного тушения в нижнюю часть резервуара, а также в питающий трубопровод, подающий пену в верхнюю часть резервуара через струйный плоский распылитель» [15].

На рисунке 2 приведена предлагаемая схема и способ послойного тушения.



1 – емкость; 2 – подставка (для емкости 1); 3 – вода; 4 – пенобак; 5 -пенообразователь;  
 6 – распылитель; 7 – газогенератор; 8 – устройство запуска; 9 – трубопровод  
 послойного тушения; 10 - обратный клапан; 11 – вертикальная труба; 12 – верхняя часть РВС;  
 13 – слой ЛВЖ; 15 – питающий трубопровод; 16 – плоский распылитель; 17 – веерная струя;  
 18 – датчик возгорания; 19 – кабель

Рисунок 2 - Предлагаемый способ послойного тушения

Задачей технического решения является повышение эффективности путем реализации способа подслоного пожаротушения резервуаров.

Вывод к разделу 3

Приведен способ послойного тушения пожара, прежде всего, его используют при тушении ЛВЖ, ГЖ, нефтепродуктов. Принцип метода заключается в том, что пену подают в слой горячей жидкости, где температура значительно ниже, чем в высшем слое. Таким образом, путем перемешивания горящего слоя и пены, снижается температура горения и прекращается доступ кислорода, который, действуя как окислитель, может способствовать горению.



#### 4 Прогноз и развитие пожара на объекте

Так как основным видом деятельности базы является приём ГСМ от бензовозов, слива, хранения и отпуска этого материала, то возможными местами пожара могут стать самовоспламенение нефтепродуктов, искра от насоса перекачки нефтепродуктов, стенки горячих аппаратов и трубопроводов, грозовой разряд. За наихудшие принят возник на базе ГСМ для хранения моторного масла в наземных резервуаре, в связи с нарушениями технологического процесса. Произошло загорание одного резервуара типа РВС-300 с розливом ГЖ на площади 48 м<sup>2</sup>.

$$T_{CB} = T_{dc} + T_{cb} + T_{cl1} + T_{br} \quad (1)$$

где  $T_{dc}$  – время до сообщения о пожаре;

$T_{cb}$  – время сбора и выезда личного состава ПСЧ-13;

$T_{cl}$  – время следования пожарного подразделения ПСЧ-13;

$T_{br}$  – время боевого развертывания.

$$T_{CB} = 4 + 1 + 3 + 3 = 11 \text{ мин}$$

Время следования пожарного автомобиля ПСЧ-13 по территории объекта с учетом покрытия дорог и допустимой скорости:

$$T_{cl1} = \frac{60 \times L}{V_{cl}} = \frac{1,8 \times 60}{45} = 3,0 \text{ мин} \quad (2)$$

где  $L$  - расстояние от ПСЧ-13 до КФ «Тольятти-нефтепродукт Сервис»;

$V_{cl}$  - скорость ПА (45 км/ч, принимается асфальтовое покрытие).

Площадь пожара высчитывается по площади растекания масла:

$$S_{II} = S_p = \frac{V_p}{H} \quad (3)$$

где  $V_p$  - объем хранимой жидкости в резервуаре (емкости),  $V_p = 30 \text{ м}^3$ ;

$H$  - толщина слоя вытекшей жидкости,  $H = 0,01 \text{ м}$

$$S_{II} = S_p = \frac{30}{0,01} = 3000 \text{ м}^2$$

Так как под резервуарами имеется групповое обвалование площадью  $48\text{ м}^2$  и высотой  $0,7\text{ м}$  и объемом  $33,6\text{ м}^3$  масло заполнит обвалование  $S_{\Pi} = S_p = 48\text{ м}^2$ .

Площадь тушения воздушно-механической пеной средней кратности

$$S_T = \frac{Q_{P-pa}}{I_T} \quad (4)$$

где  $I_T$  – требуемая интенсивность подачи раствора на тушение пожара, т  $I_s = 0,05\text{ л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ ; так как расчетная  $S_T = 120\text{ м}^2$  больше  $S_{\Pi} = 48\text{ м}^2$ , то  $S_T = 48\text{ м}^2$ .

Определение требуемого количества генераторов для поверхностного тушения пожара. Исходя из обстановки, для ликвидации пожара примем поверхностное тушение пеной с использованием генераторов ГПС-600:

$$N_{\text{ГПС-600}} = S_{\Pi} / S_{\text{ГПС}}^T = 48/120 = 0,4 \approx 1 \text{ ГПС-600} \quad (5)$$

Определение требуемого количества пенообразователя на тушение пожара

$$V_{\text{ПО}} = N_{\text{ГПС}} \cdot Q_{\text{ГПС}}^{\text{ПО}} \cdot 60 \cdot \tau_p = 1 \cdot 0,36 \cdot 60 \cdot 3 \cdot 15 = 972 \text{ л} \quad (6)$$

Определение требуемого расхода воды на тушение пожара:

$$Q_{\text{тр.т}} = N_{\text{туш.ст.ГПС}} \times q_{\text{стГПС}} = 1 \times 5,64 = 5,64 \text{ л/с} \quad (6)$$

Необходимое количество стволов РС-70 на охлаждение резервуара

$$N_{\text{Окл.}}^{\text{горящ}} = \frac{\Pi \times d \times I_{\text{тр}}}{q_{\text{ст.}}} = \frac{3,14 \times 3 \times 0,8}{7,4} = 1,01 \Rightarrow 2 \text{ ст. РС-70} \quad (7)$$

где  $d = 3\text{ м}$  - диаметр горящего резервуара, м;

$I_{\text{тр}} = 0,8\text{ л}/(\text{с} \times \text{м})$  - требуемая интенсивность подачи воды для охлаждения горящего резервуара;

$q_{\text{ст}} = 7,4\text{ л/с}$  - расход воды пожарного ствола РС-70.

Определение требуемого количества стволов на защиту соседних резервуаров, на охлаждение резервуара №1

$$N_{\text{Окл.}}^{\text{№1}} = \frac{0,5 \times d \times I_{\text{тр}}}{q_{\text{ст.}}} = \frac{0,5 \times 3 \times 0,3}{3,7} = 0,1 \Rightarrow 1 \quad (8)$$

Исходя из тактики тушения, подать на охлаждение не менее 2 стволов.

На охлаждение резервуара № 3 и 4



$$N_{\text{Охл.}}^{\text{№1}} = \frac{0,5 \times d \times I_{\text{Тр}}}{q_{\text{Ст.}}} = \frac{0,5 \times 3 \times 0,3}{3,7} = 0,1 \Rightarrow 1 \quad (9)$$

Таким образом на охлаждение резервуаров №3 и 4 подадим 2 ствола РСК-50

Определение фактического расхода воды на тушение и защиту

$$Q_{\text{факт.общ}} = N_{\text{туш. ст. рск-50}} \times q_{\text{ст. рск-50}} + N_{\text{заш. ст. рск-50}} \times q_{\text{ст. рск-50}} \quad (10)$$

$$Q_{\text{факт.общ}} = 1 \times 5,64 + 2 \times 7,4 + 4 \times 3,7 = 35,24 \text{ л/с.}$$

Определение фактического количества машин для подачи ОВ:

$$N_{\text{м}} = Q_{\text{факт}} / (Q_{\text{нас}} \times 0,8) = 35,24 / 32 = 2 \text{ АЦ-40,} \quad (11)$$

где  $Q_{\text{н}}$  – водоотдача пожарного насоса при работе по избранной схеме.

Определение требуемого количества звеньев ГДЗС для проведения спасательных работ и тушения пожара, охлаждение – 6 звеньев ГДЗС, 6 стволов РСК-50; тушение – 1 звено ГДЗС, 1 ствол ГПС-600. Следовательно, для спасательных работ и тушения пожара потребуется 7 звеньев ГДЗС.

Определение требуемой численности личного состава:

$$N_{\text{л/с}} = N_{\text{Снас}}^{\text{ГДЗС}} \cdot 3 + N_{\text{туш}}^{\text{ГДЗС}} \cdot 3 + N_{\text{ПБ}} + N_{\text{м}} + N_{\text{Св}} \quad (12)$$

где  $N_{\text{Снас}}^{\text{ГДЗС}}$  – спасение людей и защита смежных помещений;

$N_{\text{туш}}^{\text{ГДЗС}}$  – количество стволов поданных звеньями ГДЗС на тушение;

$N_{\text{м}}$  – работа на автомобилях и контроль насосно-рукавных систем;

$N_{\text{Св}}$  – связные РТП, НШ, НТ, НБУ;

$$N_{\text{л/с}} = 6 \times 3 + 1 \times 3 + 7 + 1 + 1 + 3 \times 3 = 39 \text{ чел}$$

Определение требуемого количества отделений:

$$N_{\text{Ото}} = \frac{N_{\text{л/с}}}{4} = \frac{39}{4} = 10 \text{ отделений,} \quad (13)$$

где 4 – количество личного состава на АЦ-40.

Первое прибывшее подразделение в составе двух отделений не обеспечит необходимое количество звеньев ГДЗС для успешного выполнения боевой задачи. Подразделения по рангу пожара №2 обеспечат необходимое количество звеньев ГДЗС, а также необходимое количество пенообразователя.

На рисунке 3 приведена схема расстановки сил и средств по ТП.

#### Вывод к разделу 4

Так как основным видом деятельности базы является приём ГСМ от бензовозов, слива, хранения и отпуска этого материала, то возможными местами пожара могут стать самовоспламенение нефтепродуктов, искра от насоса перекачки нефтепродуктов, стенки горячих аппаратов и трубопроводов, грозовой разряд. Проведен расчет сил и средств по тушению пожара, разработана схема расстановки [23].

За наихудшие принят возник на базе ГСМ для хранения моторного масла в наземных резервуаре, в связи с нарушениями технологического процесса. Произошло загорание одного резервуара типа РВС-300 с розливом ГЖ на площади 48 м<sup>2</sup>. Первое прибывшее подразделение в составе двух отделений не обеспечит необходимое количество звеньев ГДЗС для успешного выполнения боевой задачи. Подразделения по рангу пожара №2 обеспечат необходимое количество звеньев ГДЗС, а также необходимое количество пенообразователя.

## 5 Организация работ по тушению пожаров

Организация работ по тушению пожара начинается с прибытия к месту пожара пожарных подразделений, поскольку рассматривается объект нефтехимии, определено нормативными документами, что автоматически выезжают на такие объекты не менее 7-11 основных отделений.

«Тушение пожаров и проведение АСР осуществляются в соответствии с положениями настоящего Боевого устава при условии соблюдения требований охраны труда, установленных Правилами по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы и иными нормативными правовыми актами в области охраны труда» [7].

«Проведение боевых действий по тушению пожаров на месте пожара для спасения людей, достижения локализации и ликвидации пожара в кратчайшие сроки должно осуществляться путем организованного применения сил и средств участников боевых действий по тушению пожара. Выполнение основной боевой задачи обеспечивается своевременным привлечением участников боевых действий по тушению пожаров, пожарной и аварийно-спасательной техники, огнетушащих веществ, пожарного инструмента и оборудования, аварийно-спасательного оборудования, средств связи и иных технических средств, стоящих на вооружении подразделений пожарной охраны и аварийно-спасательных формирований» [7].

«При проведении боевых действий по тушению пожаров на месте пожара силами подразделений пожарной охраны, привлеченными силами единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС проводится разведка пожара, включающая в себя необходимые действия для обеспечения безопасности людей, спасения имущества, в том числе:

- проникновение в места распространения (возможного распространения) опасных факторов пожара;
- создание условий, препятствующих развитию пожара и обеспечивающих его ликвидацию;
- использование при необходимости дополнительно имеющихся в наличии у собственника средств связи, транспорта, оборудования, средств пожаротушения и огнетушащих веществ с последующим урегулированием вопросов, связанных с их использованием, в установленном порядке;
- ограничение или запрещение доступа к месту пожара, ограничение или запрещение движения транспорта и пешеходов на прилегающих к нему территориях;

- охрана места тушения пожара (в том числе на время расследования обстоятельств и причин их возникновения) до прибытия правоохранительных органов;
- приостановление деятельности организаций, оказавшихся в зонах воздействия ОФП, если существует угроза причинения вреда жизни и здоровью работников данных организаций и иных граждан, находящихся на их территориях» [7].

Огнетушащее действие воздушно-механической пены заключается в изоляции поверхности горючего от факела пламени.

«При проведении боевых действий по тушению пожаров на месте пожара определяется направление, на котором использование сил и средств подразделений пожарной охраны, участвующих в проведении боевых действий по тушению пожаров, в данный момент времени обеспечивает наиболее эффективные условия для выполнения основной боевой задачи. Решающее направление на пожаре всегда одно, но в ходе проведения боевых действий по тушению пожаров на месте пожара оно может меняться при выполнении поставленных задач в зависимости от оперативно-тактической обстановки на пожаре и условий тушения» [7].

#### Вывод к разделу 5

При подаче пены одновременно происходит разрушение пены от факела пламени и нагретой поверхности горючего.

«Накапливающийся слой пены экранирует часть поверхности горючего от лучистого теплового потока пламени, уменьшает количество паров, поступающих в зону горения, снижает интенсивность горения. Одновременно выделяющийся из пены раствор пенообразователя охлаждает горючее. Кроме того, в процессе тушения в объеме горючего происходит конвективный тепломассообмен, в результате которого температура жидкости выравнивается по всему объему, за исключением «карманов», в которых тепломассообмен происходит, независимо от основной массы жидкости» [7].

Дальность растекания пены средней кратности по поверхности горючей жидкости обычно не превышает 25 м. На всей поверхности горючей жидкости образуется устойчивый пенный слой толщиной до 10 см. Охлаждение горящего и не горящего резервуара, а также тушение производится звеньями ГДЗС с применением костюмов ТОК-200.

## **6 Оценка пожарной опасности зданий промышленных предприятий**

Оценка пожарного риска на производственном объекте нефтехимии начинается, прежде всего, с анализа пожарной опасности, далее определяют частоту реализации пожароопасных ситуаций. Следующий этап, это построение полей опасных факторы пожара для различных вариантов условного развития пожара (как правило, рассматривают наихудшие варианты развития). И, заключительный этап, это непосредственно расчет пожарного риска.

Первый этап, анализ пожарной опасности – фактически это определение условий для образования горючей среды.

«Анализ пожарной опасности производственных объектов должен предусматривать:

- анализ пожарной опасности технологической среды и параметров технологических процессов на производственном объекте;
- определение перечня пожароопасных аварийных ситуаций и параметров для каждого технологического процесса;
- определение перечня причин, возникновение которых позволяет характеризовать ситуацию как пожароопасную, для каждого технологического процесса;
- построение сценариев возникновения и развития пожаров, повлекших за собой гибель людей» [24].

Этап анализа пожарной опасности характеризуется тем, что здесь сопоставляются показатели пожарной опасности веществ нефтехимического объекта и параметры рассматриваемого технологического процесса.

«Определение пожароопасных ситуаций на производственном объекте должно осуществляться на основе анализа пожарной опасности каждого из технологических процессов и предусматривать выбор ситуаций, при реализации которых возникает опасность для людей, находящихся в зоне поражения опасными факторами пожара и вторичными последствиями воздействия опасных факторов пожара. К пожароопасным ситуациям не относятся ситуации, в результате которых не возникает опасность для жизни и здоровья людей. Эти ситуации не учитываются при расчете пожарного риска. Для каждой пожароопасной ситуации на производственном объекте должно быть приведено описание причин возникновения и развития пожароопасных ситуаций, места их возникновения и факторов пожара, представляющих опасность для жизни и здоровья людей в местах их пребывания» [24].



Далее определяются причины возникновения пожара на объекте таким образом, что определяется ряд ситуаций, которые могут привести к пожароопасной ситуации. Анализ пожарной опасности – это определение системы мероприятий, которые необходимо разработать для допустимой безопасной работы действующего технологического процесса [26].

«Для определения частоты реализации пожароопасных ситуаций на производственном объекте используется информация:

- об отказе оборудования, используемого на производственном объекте;
- о параметрах надежности используемого на производственном объекте оборудования;
- об ошибочных действиях персонала производственного объекта;
- о гидрометеорологической обстановке в районе размещения производственного объекта;
- о географических особенностях местности в районе размещения производственного объекта» [24].

Оценивают опасные факторы пожароопасности производства путем сопоставления показателей, а также методом моделирования различных вариантов пожара. Определяется также и динамика развития пожара, количество и концентрация опасных горючих веществ, предельно-допустимых концентраций для жизни и здоровья человека.

Оценка последствий воздействия опасных факторов пожара, взрыва на людей для различных сценариев развития пожароопасных ситуаций предусматривает определение числа людей, попавших в зону поражения опасными факторами пожара, взрыва.

«Федеральный государственный надзор ведется за осуществлением юридическим лицом и индивидуальным предпринимателем следующих видов деятельности в области промышленной безопасности:

- проектирование, эксплуатация, капитальный ремонт, техническое перевооружение, консервация и ликвидация опасного производственного объекта;
- изготовление, монтаж, наладка, обслуживание и ремонт технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте;
- проведение экспертизы промышленной безопасности;
- подготовка и переподготовка работников опасного производственного объекта в не образовательных учреждениях» [8].

Вывод к разделу 6

«Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана:

- соблюдать требования обоснования безопасности опасного производственного объекта;
- обеспечивать безопасность опытного применения технических устройств на опасном производственном объекте;
- иметь лицензию на осуществление конкретного вида деятельности в области промышленной безопасности, подлежащего лицензированию в соответствии с законодательством Российской Федерации;
- допускать к работе на опасном производственном объекте лиц, удовлетворяющих соответствующим квалификационным требованиям и не имеющих медицинских противопоказаний к указанной работе;
- организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности;
- создать систему управления промышленной безопасностью и обеспечивать ее функционирование;
- обеспечивать наличие и функционирование необходимых приборов и систем контроля за производственными процессами в соответствии с установленными требованиями [30];
- обеспечивать проведение экспертизы промышленной безопасности зданий, сооружений и технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, а также проводить диагностику, испытания, освидетельствование сооружений и технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, в установленные сроки и по предъявляемому в установленном порядке предписанию федерального органа исполнительной власти в области промышленной безопасности, или его территориального органа;
- предотвращать проникновение на опасный производственный объект посторонних лиц;
- осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте, оказывать содействие государственным органам в расследовании причин аварии» [4].

## 7 Охрана труда

Охрана труда на предприятии обеспечивается соблюдением требований законодательных актов РФ, которые отнесены к обеспечению безопасного проведения работ и сохранения здоровья работников на предприятии в процессе трудовой деятельности. Охрана труда и техника безопасности – одно из главных направлений деятельности любого рабочего процесса.

«Организация работы по обеспечению соблюдения законодательства Российской Федерации об охране труда в подразделениях пожарной охраны осуществляется в соответствии с государственными нормативными требованиями охраны труда, содержащимися в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации» [9].

«Личный состав пожарной охраны допускается к несению караульной службы и работе на пожаре после прохождения обучения в объеме программ профессионального обучения, сдачи зачетов (экзаменов) по пройденным дисциплинам и Правилам. Для подразделений пожарной охраны по охране объектов - дополнительно по знанию требований инструкций, правил и норм в области охраны труда и соблюдения технологического регламента, действующих на предприятии или объекте» [9].

«Личный состав пожарной охраны, участвующий в тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ, действующий в условиях крайней необходимости и (или) обоснованного риска, может допустить отступления от установленных Правилами требований, когда их выполнение не позволяет оказать помощь людям, предотвратить угрозу взрыва (обрушения) или распространения пожара, принимающего размеры стихийного бедствия. В случае отступления от Правил, личный состав пожарной охраны, участвующий в тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ, уведомляет об этом руководителя тушения пожара (руководителя ликвидации чрезвычайной ситуации) и (или) иное оперативное должностное лицо из числа участников тушения пожаров (ликвидации чрезвычайной ситуации), под руководством которого личный состав подразделений пожарной охраны осуществляет действия на пожаре, при этом возлагает на себя полную ответственность за дальнейшие действия и (или) бездействие» [9].

«Тушение пожаров и проведение АСР осуществляются в соответствии с положениями настоящего Боевого устава при условии соблюдения требований охраны труда, установленных Правилами по охране труда в подразделениях

федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы и иными нормативными правовыми актами в области охраны труда» [7].

«Общие сведения об условиях труда работника: технологическом процессе, оборудовании и производственной среде на рабочем месте работника, характере его трудового процесса (напряженность и тяжесть):

- общие ознакомительные сведения о технологическом процессе и выпускаемой подразделением продукции [29];
- общее знакомство с оборудованием, находящимся на рабочем месте, в рабочей зоне и в пределах, контролируемых подразделением территории и помещений;
- опасные и вредные производственные факторы, наличествующие на рабочем месте, и риски их воздействия на организм человека [27];
- средства коллективной защиты, установленные на оборудовании (предохранительные, тормозные устройства и ограждения, системы блокировки, сигнализации и т. д.);
- назначение, устройство и правила применения СИЗ, необходимых на рабочем месте;
- требования к безопасной организации и содержанию в чистоте и порядке рабочего места;
- требования безопасности при эксплуатации и техническом обслуживании (ремонте) оборудования, находящегося на рабочем месте;
- требования безопасности по предупреждению электротравматизма» [1].

В таблице 5 приведена программа повторного инструктажа на рабочем месте.

Таблица 5 – Программа повторного инструктажа

Наименование мероприятия	Время
Проведение противопожарного инструктажа КФ «Тольятти-нефтепродукт Сервис»	25 мин
Общие сведения о технологическом процесса, веществах и материалах. Обращающихся в производстве	45 мин
Основные причины возникновения пожара на территории КФ «Тольятти-нефтепродукт Сервис»	35 мин
Обязанности и ответственность работников и сотрудников	25 мин
Действия сотрудников объекта при возникновении пожара, аварийной ситуации	45 мин
Места размещения первичных средств пожаротушения	55 мин
План эвакуации КФ «Тольятти-нефтепродукт Сервис»	45 мин
Приказы КФ «Тольятти-нефтепродукт Сервис»	35 мин
Проведение практической тренировки (учебная) по эвакуации, при возникновении пожароопасных ситуаций	15 мин

## Вывод к разделу 7

«Аварийные ситуации, которые могут возникнуть на рабочем месте:

- характерные причины возникновения аварий, взрывов, пожаров, случаев производственных травм и острых отравлений;
- действия работника при возникновении аварийной ситуации, производственной травмы, острого отравления;
- места нахождения противоаварийной защиты и средств пожаротушения, правила пользования ими;
- места нахождения средств оказания первой помощи пострадавшему, аптечки, правила пользования ими;
- места нахождения телефонной связи, номера телефонов;
- действия работника при создавшейся опасной ситуации, угрожающей жизни и здоровью окружающих, и при несчастном случае, происшедшем на производстве;
- порядок сообщения работником представителям работодателя о произошедшем с ним несчастном случае или остром отравлении» [1].

## 8 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Охрана окружающей среды в рамках деятельности технологического процесса достигается следующим путем:

- соблюдением законодательных норм и требований в области безопасного течения технологического процесса, обращения с отходами, промышленной и пожарной безопасности;
- наличием средств промышленной безопасности – своевременного проведения технического обслуживания и ремонта оборудования, своевременной замены этих элементов при невозможности ремонта или превышения срока работы;
- недопущением аварийных ситуаций по проливу ЛВЖ, ГД, нефтепродуктов;
- проектированием и установкой средств АПС, АУПТ, газоанализаторов и предохранительных систем оборудования;
- проектированием зданий и сооружений объекта нефтехимии согласно нормируемым параметрам архитектурно-планировочных требований [18];
- подбором квалифицированного персонала, инженеров промышленной и пожарной безопасности с наличием высшего профильного образования и опыта в промышленной деятельности;
- своевременной заменой оборудования и аппаратов технологического процесса хранения и переработки нефтепродуктов
- устройством широких подъездных путей, наличием первичных средств пожаротушения с беспрепятственным доступом к ним;
- наличием источников противопожарного водоснабжения – внутренних и наружных [28];
- обучением персонала и работников объекта мерам пожарной безопасности, действиям в условиях экстремальной ситуации;
- внедрением комплекса профилактических мероприятий [1];
- недопущением изменений конструктивных решений без обоснованного проекта и законодательной основы
- обеспечением заземления и устройств молниезащиты и предупреждения статического электричества
- проведением совместных тренировок и учений со службами жизнеобеспечения для отработки практических действий;

- наличием резервных резервуаров и емкостей для перелива ЛВЖ, ГЖ
- наличием газоанализаторов, паров ЛВЖ для стабилизации и безаварийной работы технологического процесса [6];
- наличием противопожарных разрывов, обеспечивающих недопущение перехода пламени от одного объекта к другому в случае пожара;
- наличием обвалования и других элементов конструктивного исполнения во избежания разлива ЛВЖ, аварийных ситуаций.

«Законодательство в области охраны окружающей среды основывается на Конституции Российской Федерации и состоит из настоящего Федерального закона, других федеральных законов, а также принимаемых в соответствии с ними иных нормативных правовых актов Российской Федерации, законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации. Размещение, проектирование, строительство, реконструкция, ввод в эксплуатацию и эксплуатация объектов нефтегазодобывающих производств, объектов переработки, транспортировки, хранения и реализации нефти, газа и продуктов их переработки должны осуществляться в соответствии с требованиями, установленными законодательством в области охраны окружающей среды. При размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию и эксплуатации объектов нефтегазодобывающих производств, объектов переработки, транспортировки, хранения и реализации нефти, газа и продуктов их переработки должны предусматриваться эффективные меры по очистке и обезвреживанию отходов производства и сбора нефтяного (попутного) газа и минерализованной воды, рекультивации нарушенных и загрязненных земель, снижению негативного воздействия на окружающую среду, а также по возмещению вреда окружающей среде, причиненного в процессе строительства и эксплуатации указанных объектов» [7].

Процедура по сбору, обезвреживанию, транспортировке, размещению, утилизации опасных промышленных отходов

«Строительство и эксплуатация объектов нефтегазодобывающих производств, объектов переработки, транспортировки, хранения и реализации нефти, газа и продуктов их переработки допускаются при наличии проектов восстановления загрязненных земель в зонах временного и (или) постоянного использования земель, положительного заключения государственной экспертизы проектной документации. Строительство и эксплуатация объектов нефтегазодобывающих производств, объектов переработки, транспортировки и хранения нефти и газа, расположенных в акваториях водных объектов, на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Российской

Федерации, допускаются при наличии положительных заключений государственной экологической экспертизы, государственной экспертизы проектной документации и иных установленных законодательством государственных экспертиз после восстановления загрязненных земель» [7].

Вывод к разделу 8

Охрана окружающей среды в рамках деятельности технологического процесса достигается следующим путем:

- соблюдением законодательных норм и требований в области безопасного течения технологического процесса, обращения с отходами, промышленной и пожарной безопасности;
- наличием средств промышленной безопасности – своевременного проведения технического обслуживания и ремонта оборудования, своевременной замены этих элементов при невозможности ремонта или превышения срока работы [11];
- недопущением аварийных ситуаций по проливу ЛВЖ, ГД, нефтепродуктов.



## 9 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В таблице 6 описаны сведения и методы для обеспечения ПБ КФ «Гольяттин-нефтепродукт Сервис».

Таблица 6 – Сведения по плану мероприятий обеспечения ПБ

Наименование мероприятия	Ответственный за выполнение	Дата (период) выполнения	Примечание
проектирование зданий и сооружений объекта нефтехимии согласно нормируемым параметрам архитектурно-планировочных требований	Руководитель предприятия, инженер ПБ	01.02.2022	выполнено
подбор квалифицированного персонала, инженеров промышленной и пожарной безопасности с наличием высшего профильного образования и опыта в промышленной деятельности	Руководитель предприятия, инженер ПБ, мастер цеха	02.03.2022	выполнено
своевременная замена оборудования и аппаратов технологического процесса хранения и переработки нефтепродуктов	Руководитель предприятия, инженер ПБ	01.02.2022-01.06.2022	в процессе выполнения
устройство широких подъездных путей, наличием первичных средств пожаротушения с беспрепятственным доступом к ним [13]	Руководитель предприятия, инженер ПБ	01.02.2022	в процессе выполнения
наличие источников противопожарного водоснабжения – внутренних и наружных	Руководитель предприятия, инженер ПБ	02.03.2022	в процессе выполнения
обучение персонала и работников объекта мерам пожарной безопасности, действиям в условиях экстремальной ситуации	Руководитель предприятия, инженер ПБ	01.02.2022-01.06.2022	в процессе выполнения
внедрение комплекса профилактических мероприятий	Руководитель предприятия, инженер ПБ	01.05.2022	в процессе выполнения
недопущение изменений конструктивных решений без обоснованного проекта и законодательной основы	Руководитель предприятия, инженер ПБ	02.06.2022	в процессе выполнения
обеспечение заземления и устройств молниезащиты и предупреждения статического электричества	Руководитель предприятия, инженер ПБ	01.02.2022-01.05.2022	в процессе выполнения
проведение совместных тренировок и учений со службами жизнеобеспечения для отработки практических действий; наличием резервных резервуаров и емкостей для перелива ЛВЖ, ГЖ	Руководитель предприятия, инженер ПБ	01.05.2022	в процессе выполнения
наличие обвалования и других элементов конструктивного исполнения во избежания разлива ЛВЖ, аварийных ситуаций [14]	Руководитель предприятия, инженер ПБ	01.02.2022-01.04.2022	в процессе выполнения
наличие АПС, АУПТ, СОУЭ	Руководитель предприятия, инженер ПБ	01.02.2022-01.04.2022	в процессе выполнения

Расчет математического ожидания потерь при возникновении пожара в организации

На объекте спроектирована АУПТ. В таблице 7 представлены данные о смете затрат.

Таблица 7 - Смета затрат на установку АУПТ на объекте

Статьи затрат	Сумма, руб.
Строительно-монтажные работы	600 000
Стоимость оборудования	56 000
Материалы и комплектующие	-
Пуско-наладочные работы	-
Итого:	656 000

В таблице 8 приведены исходные данные для расчетов для КФ «Тольяттиннефтепродукт Сервис».

Таблица 8 - Исходные данные для расчетов

Наименование показателя	Единицы измерения	Условные обозначения	Базовый вариант	Проектный вариант
Общая площадь	м <sup>2</sup>	F	548	
Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов	Руб/м <sup>2</sup>	C <sub>T</sub>	56 000	
Стоимость поврежденных частей здания	руб/м <sup>2</sup>	C <sub>K</sub>	123 000	
Вероятность возникновения пожара	1/м <sup>2</sup> в год	J	4,66×10 <sup>-2</sup>	
Площадь пожара на время тушения первичными средствами	м <sup>2</sup>	F <sub>пож</sub>	12	
Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения	м <sup>2</sup>	F* <sub>пож</sub>	-	3,2
Вероятность тушения пожара первичными средствами	-	p <sub>1</sub>	0,82	
Вероятность тушения пожара привозными средствами	-	p <sub>2</sub>	0,84	
Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения	-	p <sub>3</sub>	0,92	
Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами	-	-	0,54	
Коэффициент, учитывающий косвенные потери	-	K	1,67	
Линейная скорость распространения горения по поверхности	м/мин	v <sub>л</sub>	0,552	

Продолжение таблицы 8

Наименование показателя	Единицы измерения	Условные обозначения	Базовый вариант	
Время свободного горения	мин	$V_{свг}$	6	
Стоимость оборудования	Руб.	$K$	-	350 000
Норма амортизационных отчислений	%	$N_{ам}$	-	1
Суммарный годовой расход	т	$W_{ов}$	-	60
Оптовая цена огнетушащего вещества	Руб.	$Ц_{ов}$	-	1000
Коэффициент транспортно-заготовительно-складских расходов	-	$k_{тзср}$	-	1,3
Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии	Руб.	$Ц_{эл}$	-	0,8
Годовой фонд времени работы установленной мощности	ч	$T_p$	-	0,84
Установленная электрическая мощность	кВт	$N$	-	0,12
Коэффициент использования установленной мощности	-	$k_{им}$	-	30

Годовые материальные потери от пожара при наличии первичных средств пожаротушения  $M(П1)$ :

$$M(П1) = M(П_1) + M(П_2) + M(П_3) \quad (14)$$

где  $M(П_1)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения;

$M(П_2)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных пожарными подразделениями;

$M(П_3)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех первичных средств, АУПТ.

Математическое ожидание годовых от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения:

$$M(П_1) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{пож} \cdot (1 + k) \cdot p_1 \quad (15)$$

$$M(П_1) = 4,2 \cdot 548 \cdot 56000 \cdot 25 \cdot (1 + 0,25) \cdot 0,79 = 226\,191,6$$

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

$F$  – площадь объекта,  $м^2$ ;

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

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

$p_1$  – вероятность тушения пожара первичными средствами;

$k$  – коэффициент, учитывающий косвенные потери.

Вероятность безотказной работы первичных средств тушения определяется по таблице 9.

Таблица 9 – Вероятность безотказной работы

Скорость распространения горения по поверхности, $Y_1$ м/мин	0.35	0.54	0.69	0.8	0.9
Вероятность безотказной работы первичных средств тушения, $p_1$	0.85	0.79	0.46	0.27	0.12

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

$$M(P_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2 \quad (16)$$

где  $p_2$  – вероятность тушения пожара привозными средствами;

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

$C_K$  – стоимость поврежденных частей здания, руб./ $\text{м}^2$ ;

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

$$M(P_2) = 4,2 \cdot 548 \cdot (56000 \cdot 25 + 15000) \cdot 0,52 \cdot (1 + 0,25) \cdot 0,01 \cdot 0,02 = 110\,602$$

Вероятность тушения пожара привозными средствами определяется по таблице 10.

Таблица 10 – Вероятность тушения пожара привозными средствами

Нормативный расход воды на наружное пожаротушение, $q_n$ л/с	15	20	30	40	60	100	160
Вероятность тушения пожара привозными средствами, $p_2$	0.5	0.6	0.75	0.85	0.95	0.99	0.999

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

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2] \quad (17)$$

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

$$M(\Pi_3) = 4,2 \cdot 548 \cdot (56000 \cdot 25 + 15\,000) \cdot 0,52 \cdot (1 + 0,25) \cdot 0,21 \cdot 0,75 = 62091$$

Площадь пожара за время тушения привозными средствами:

$$F'_{\text{пож}} = \pi \times (v_l \cdot B_{\text{св}} \cdot r)^2 \quad (18)$$

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

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

$$F'_{\text{пож}} = 3,14 \times (2,4 \cdot 12)^2 = 2604,4$$

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

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4) \quad (19)$$

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

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

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

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

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

$$M(\Pi) = 202931,5 + 110602 + 62\,91 = 375624,0$$

$$M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F^*_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_3 \quad (20)$$

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

$p_3$  – вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения.

$$M(\Pi_1) = 4,2 \cdot 548 \cdot 56000 \cdot 25 \cdot (1 + 0,25) \cdot 0,79 = 318\,196,2$$

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

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \times p_3] \cdot p_2 \quad (21)$$

$$M(\Pi_2) = 4,2 \cdot 548 \cdot (56000 \cdot 25 + 12) \cdot (1 + 0,25) \cdot 0,79 = 423\,563,2$$

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

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot \{1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3 - [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} \quad (22)$$

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

$$P = A + C \quad (23)$$

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

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

$$P = 135000 + 289000 = 424\,000$$

Текущие затраты:

$$C = C_{\text{т.р.}} + C_{\text{с.о.п.}} + C_{\text{о.в.}} \quad (24)$$

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

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

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

$$C = 460\,000 + 180\,000 + 85\,000 = 725\,000$$

Затраты на текущий ремонт:

$$C_{т.р.} = \frac{K_2 \cdot H_{т.р.}}{100\%} \quad (25)$$

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

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

$$C_{т.р.} = \frac{580000 \cdot 75_{т.р.}}{100\%} = 435000$$

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала:

$$C_{с.о.п.} = 12 \cdot Ч \cdot ЗПЛ \quad (26)$$

где  $Ч$  – численность работников обслуживающего персонала, чел.;

$ЗПЛ$  – заработная плата 1 работника, руб./мес.

$$C_{с.о.п.} = 12 \cdot 42 \cdot 35\,000 = 17640000$$

Затраты на огнетушащее вещество:

$$C_{о.в.} = W \cdot Ц \cdot k_{т.з.с.р.} \quad (27)$$

где  $W$  – суммарный годовой расход огнетушащего вещества;

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

$$C_{о.в.} = 25000 \cdot 12\,500 \cdot 0,23 = 71875000$$

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (28)$$

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

$H_a$  – норма амортизации, %.

$$A = \frac{580\,000 \cdot 1,25}{100\%} = 725000$$

Чистый дисконтированный поток доходов:

$$I_t = ([M(\Pi 1) - M(\Pi 2)] - [P_2 - P_1]) \cdot \frac{1}{(1+ND)^t} - (K_2 - K_1) \quad (16) \quad (29)$$

где  $t$  – год осуществления затрат;

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

$M(\Pi 1)$ ,  $M(\Pi 2)$  – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

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

Определить интегральный экономический эффект:

$$I = \sum_{t=0}^T I_t \quad (30)$$

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

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

Расчеты по эффективности мероприятий сведены в таблицу 11.

Таблица 11 – Интегральный экономический эффект

Нормируемый параметр	$M(\Pi)1-M(\Pi)2$	$C_2-C_1$	$D$	$[M(\Pi 1)-M(\Pi 2)-(C_2-C_1)] D$	$K_2-K_1$	Чистый дисконтированный поток доходов
1	108 214,55	19 541,36	0,99	105 215,23	656 000	-112 547,2
2	108 214,55	19 541,36	0,96	98 542,2	-	110 512,3
3	108 214,55	19 541,36	0,94	91 256,3	-	96 571,3
4	108 214,55	19 541,36	0,88	84 521,3	-	86 521,3
5	108 214,55	19 541,36	0,87	75 256,2	-	75 256,2
6	108 214,55	19 541,36	0,82	68 214,2	-	64 214,2
7	108 214,55	19 541,36	0,76	60 214,5	-	61 214,5
8	108 214,55	19 541,36	0,72	54 123,5	-	58 123,5
9	108 214,55	19 541,36	0,69	47 563,2	-	46 563,2
10	108 214,55	19 541,36	0,67	41 258,9	-	44 258,9
11	108 214,55	19 541,36	0,62	37 569,2	-	39 569,2
12	108 214,55	19 541,36	0,60	35 214,2	-	34 214,2
13	108 214,55	19 541,36	0,59	31 489,2	-	30 489,2
14	108 214,55	19 541,36	0,55	30 214,5	-	29 214,5
15	108 214,55	19 541,36	0,53	28 563,3	-	27 563,3
16	108 214,55	19 541,36	0,44	26 856,7	-	25 856,7
17	108 214,55	19 541,36	0,43	24 586,3	-	23 586,3
18	108 214,55	19 541,36	0,41	19 548,6	-	17 548,6
19	108 214,55	19 541,36	0,32	14 563,2	-	16 563,2
20	108 214,55	19 541,36	0,21	9 457,2	-	11 256,3



## Вывод к разделу 9

В разделе описаны сведения и методы для обеспечения ПБ КФ «Гольяттинептепродукт Сервис». Основными сведениями по обеспечению ПБ является проектирование зданий и сооружений объекта нефтехимии согласно нормируемым параметрам архитектурно-планировочных требований, подбор квалифицированного персонала, инженеров промышленной и пожарной безопасности с наличием высшего профильного образования и опыта в промышленной деятельности и своевременная замена оборудования и аппаратов технологического процесса хранения и переработки нефтепродуктов.

Кроме того, также должно быть предусмотрено устройство широких подъездных путей, наличием первичных средств пожаротушения с беспрепятственным доступом к ним, наличие источников противопожарного водоснабжения – внутренних и наружных.

Интегральный экономический эффект составит 398 884,6 руб. Устройство может быть применено.

## Заключение

В рассматриваемой ВКР на тему: «Оценка пожарной опасности в резервуарных парках хранения нефти и разработка мероприятий для их снижения» были приведены и описаны общие данные о выбранном объекте хранения нефтепродуктов, кроме того, обобщены и проанализированы сведения об обеспечении ПБ на объекте. Также исследованы методы тушения пожара нефтепродуктов методом послойного тушения и спрогнозирована аварийная ситуация, связанная с пожаром. В работе приведены схемы расстановки сил и средств подразделений пожарной охраны по условному тушению пожара на объекте нефтехимии, произведена оценка пожарной опасности зданий и сооружений объекта.

Обеспечение пожарной безопасности на объектах нефтехимии – сложный многозадачный комплекс, требующий постоянного изучения и совершенствования. Это объясняется тем, что свойства нефти не позволяют ее тушить водой, а во-вторых, объекты такой категории, в большинстве своем, содержат большое количество зданий и сооружений с наличием взрывопожароопасного технологического процесса. Это, и хранение нефтепродуктов, и слив-налив, и переработка, и производство.

Кроме того, также необходимо отметить, что стратегическим направлением обеспечения безопасности страны является сохранение и процветание ныне существующие нефтебаз и нефтеперерабатывающих объектов. Нефть и нефтепродукты, это прежде всего, сырье для различных сфер экономической и хозяйственной деятельности. Например, фармацевтика и медицина, машиностроение, авиастроение, химическая промышленность и косметология. Из нефтепродуктов производят игрушки, товары народного потребления, косметические средства, одежды.

Выбран объект нефтехимического комплекса – КФ «Тольятти-нефтепродукт Сервис, служит для приёма ГСМ в цистернах автовозов, слива, хранения и отпуска ЛВЖ и светлых нефтепродуктов, собраны общие данные путем запроса технической документации.

Проанализирована система методов обеспечения ПБ на объектах с хранением и переработкой нефти с помощью нормативно-правовых источников литературы законодательства РФ. Выбраны самые действенные и эффективные методы послойного тушения нефтепродуктов. Приведены основы принципов охраны труда и нейтрального соседства в сфере экологической безопасности и оценена эффективность предлагаемых мероприятий.

Разработана система мероприятий противопожарной защиты объекта нефтехимии на стадии профилактики и непосредственно при возникновении пожара.

В связи с тем, что на протяжении нескольких лет неустанно растет количество техногенных аварий и катастроф необходимо задумать о причинах, которые инициировали их. Все это связано с деятельностью промышленных предприятий, а также объектов, представляющих техногенные риски. Рост предприятий безусловно показывает улучшение качества жизни и новые перспективы для развития общества и государства, но тем не менее обратной стороной вопроса является обеспечение безопасности таких объектов и предприятий. Между тем, возникает вопрос слияния комплекса безопасности по различным направлениям специфических особенностей: промышленная, пожарная безопасность, охрана труда, охрана окружающей среды и соблюдение нейтрального соседства к другим объектам инфраструктуры.

Рост предприятий безусловно показывает улучшение качества жизни и новые перспективы для развития общества и государства, но тем не менее обратной стороной вопроса является обеспечение безопасности таких объектов и предприятий. Между тем, возникает вопрос слияния комплекса безопасности по различным направлениям специфических особенностей: промышленная, пожарная безопасность, охрана труда, охрана окружающей среды и соблюдение нейтрального соседства к другим объектам инфраструктуры.

Обеспечение пожарной безопасности на объектах нефтехимии – сложный многозадачный комплекс, требующий постоянного изучения и совершенствования. Это объясняется тем, что свойства нефти не позволяют ее тушить водой, а во-вторых, объекты такой категории, в большинстве своем, содержат большое количество зданий и сооружений с наличием взрывопожароопасного технологического процесса. Это, и хранение нефтепродуктов, и слив-налив, и переработка, и производство.

## Список используемых источников

1. ГОСТ 12.0.004-2015 «Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения» [Электронный ресурс] : (утв. 01.03.2017). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136072> (дата обращения: 12.03.2022).
2. Методические рекомендации по определению технологических потерь нефти из технологических резервуаров при добыче нефти [Электронный ресурс] : (утв. МинЭнерго России 31.03.2015). URL: <https://rulaws.ru/acts/Metodicheskie-rekomendatsii-po-opredeleniyu-tehnologicheskikh-poter-nefti-iz-tehnologicheskikh-rezervuarov-solt-bucfbcef/> (дата обращения: 07.03.2022).
3. О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 68 (ред. от 30.12.2021). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-21.12.1994-N-68-FZ/> (дата обращения: 11.03.2022).
4. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69 (ред. от 11.06.2021). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-21.12.1994-N-69-FZ/Statya-21/> (дата обращения: 15.03.2022).
5. О промышленной безопасности ОПО [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.07.1997 № 116 (ред. от 11.06.2021). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-21.07.1997-N-116-FZ/> (дата обращения: 15.02.2022).
6. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 24.06.1998 № 89 (ред. от 02.07.2021). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-24.06.1998-N-89-FZ/> (дата обращения: 09.03.2022).
7. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7 (ред. от 30.12.2021). - URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-10.01.2002-N-7-FZ/> (дата обращения: 15.03.2022).
8. Об утверждении Боевого устава подразделений ПО [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 16.10.2017 № 444 (ред. от 28.02.2021). URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-MCHS-Rossii-ot-16.10.2017-N-444/> (дата обращения: 15.02.2022).

9. Об утверждении положения о федеральном государственном надзоре в области промышленной безопасности [Электронный ресурс] : Постановление правительства РФ от 15.11.2012 №1170 (ред. от 28.02.2018). ). URL: <https://rulaws.ru/goverment/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-15.11.2012-N-1170/> (дата обращения: 15.02.2022).

10. Об утверждении правил по ОТ в пожарной охране [Электронный ресурс] : Приказ Министерства труда и социального развития от 11.12.2020 № 881н. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=380882> (дата обращения: 15.03.2022).

11. Об утверждении Правил технической эксплуатации нефтебаз [Электронный ресурс]: Приказ Минэнерго России от 19.06.2003 №232 (ред. 14.02.2021). URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minenergo-Rossii-ot-19.06.2003-N-232/> (дата обращения: 15.03.2022).

12. Обеспечение пожарной безопасности предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности [Электронный ресурс]: Приказ Рекомендации (утв. ФГУ ВНИИПО МЧС РФ 24.05.2004. URL: <https://legalacts.ru/doc/obespechenie-pozharnoi-bezopasnosti-predpriyatii-neftepererabatyvaiushchei-i-neftekhimicheskoi-promyshlennosti-rekomendatsii/> (дата обращения: 15.03.2022).

13. Пат. 2429036 Российская Федерация, МПК А62С 3/06(2006.01). Способ противопожарной защиты и тушения пожаров резервуаров с нефтепродуктами/ Бражников П.В. и др. ; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное объединение «Автогазтранс». – № 2010138881/12; заявл. 21.09.2010; опубл. 20.09.2011, Бюл. № 24. – 9 с. [Электронный ресурс] — URL: [https://yandex.ru/patents/doc/RU2429036C1\\_20110920](https://yandex.ru/patents/doc/RU2429036C1_20110920) (дата обращения: 02.03.2022).

14. Пат. 2595973 Российская Федерация, МПК А62С 3/06 (2006.01). Способ подслоного тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах/ Корольченко Д.А. и др. ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «МГСУ». – № 2015119341/12; заявл. 22.05.2015; опубл. 27.08.2016, Бюл. № 24. – 9 с. [Электронный ресурс] — URL: <https://patents.google.com/patent/RU2595973C1/ru> (дата обращения: 02.03.2022).

15. Пат. 2745857 Российская Федерация, МПК А62С 3/06 (2006.01), А62С 5/02 (2006.01). Способ подслоного пожаротушения резервуаров с нефтепродуктами, устройство подготовки и подачи пены и система противопожарной защиты резервуаров/ Милехин Ю.М. и др. ; заявитель и

патентообладатель ФГУП «ФЦДТ «Союз»». – № 2019120654; заявл. 03.07.2019; опубл. 11.01.2021, Бюл. № 2. – 9 с. [Электронный ресурс] — URL: <https://patents.google.com/patent/RU2745857C2/ru> (дата обращения: 02.03.2022).

16. Пожарная безопасность складов нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс]. URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/pozharnaya-bezopasnost-skladov-nefti-i-nefteproduktov/> (дата обращения: 15.02.2022).

17. Пожарная опасность нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс]. URL: <https://www.chem21.info/info/1577644/> (дата обращения: 15.03.2022).

18. Порядок проведения инструктажей по охране труда [Электронный ресурс]. URL: <https://vsr63.ru/blog/poryadok-provedeniya-instruktazej-po-oxrane-truda/admin> (дата обращения: 15.03.2022).

19. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности (ПБ 08-624—03). Серия 08. Выпуск 4. — 3-е изд., испр. — М.: ЗАО «НТЦ исследований проблем ПБ», 2013. — 310 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/808/4294816683.pdf> (дата обращения: 15.03.2022).

20. Противопожарные нормы на складах нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс]. URL: <https://proffidom.ru/145-protivopozharnye-normy-na-skladah-nefti-i-nefteproduktov.html> (дата обращения: 15.03.2022).

21. Серебренников Д.С., Худолей Р.Р. Система обеспечения пожарной безопасности на предприятиях нефтегазовой отрасли // Пожаровзрывобезопасность. 2014. № 10. С. 55-59.

22. СП 155.13130.2014. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Свод правил от 01.01.2014 № 15.13130 (ред. от 30.04.2021). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200108948> (дата обращения: 15.03.2022).

23. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2009 № 384 (ред. от 02.07.2013). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-30.12.2009-N-384-FZ/> (дата обращения: 09.03.2022).

24. Технический регламент о требованиях ПБ [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.07.2008 № 123 (ред. от 30.04.2021). URL: <http://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.07.2008-N-123-FZ/> (дата обращения: 15.03.2022).

25. Чумаев Р. Г. Пожарная безопасность нефтебаз в условиях крайнего севера // Образование и наука в России. 2020. №4. С.78-82. [Электронный ресурс]

: Свод правил от 01.01.2014 № 15.13130 (ред. от 30.04.2021). URL: <https://www.gyrnal.ru/statyi/ru/2280/> (дата обращения: 15.03.2022).

26. Buchanan A. Structural Design for Fire Safety, 2001 – 448 p. ISBN – 0471889938 – 2007. – Vol. 34, № 4. P. 227–246.

27. Evans D. and Klote J. Smoke control provisions of the 2003 IBC, 2007. – Vol. 34, № 4. P. 100-122.

28. ISO 14520-5:2006. Gas fire extinguishing systems – Physical properties and design of the system – Part 5: Fire extinguishing agent FK-5-1-12. – URL: <https://firepro.ru/assets/doc/norm/ISO%2014520-5%20RUS.pdf> (дата обращения: 09.03.2022).

29. NFPA 72:2007. National Fire Alarm Code. (NFPA 72:2007. «Национальные нормы по пожарной сигнализации»). — URL: <https://hamyarenergy.com/static/fckimages/files/NFPA/Намуар%20Energy%20NFPA%2072%20-%202007.pdf> (дата обращения: 09.03.2022).

30. WebofScience. — URL: <https://cnbp.ru/informatsiya/novosti/87-vebinary-webofscience-v-fevrale-2020.html> (дата обращения: 09.03.2022).