

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 Анализ пожарной опасности технологического процесса производства  
и повышение уровня его пожарной безопасности

Обучающийся

А.Д. Скоморохов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент, И.И. Рапоян

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

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2023

## Аннотация

Тема: «Анализ пожарной опасности технологического процесса производства и повышение уровня его пожарной безопасности».

В разделе «Анализ нормативных требований пожарной безопасности на объекте» представлена общая характеристика объекта защиты и проводится анализ нормативных требований по обеспечению объекта системами и средствами противопожарной защиты.

В разделе «Анализ пожарной опасности технологического процесса производства» выполнен анализ пожарной опасности выбранного технологического процесса на основе действующих требований.

В разделе «Разработка методов и способов повышения уровня пожарной безопасности технологического процесса» проводилась разработка методов и способов повышения пожарной безопасности и устранения выявленных несоответствий технологического процесса требованиям пожарной безопасности.

В разделе «Охрана труда» составлен реестр профессиональных рисков для рабочих мест и произведена оценка производственных рисков на рабочих местах и определены мероприятия по устранению высокого уровня профессионального риска на рабочем месте.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» определена антропогенная нагрузка организации на окружающую среду и оформлены результаты производственного контроля в области охраны окружающей среды.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» выполнен расчет эффективности предложенных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Количественная характеристика работы: объем работы составляет 82 страницы, 7 рисунков, 30 таблиц.

## Содержание

Введение.....	4
Термины и определения .....	6
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Анализ нормативных требований пожарной безопасности на объекте .....	9
1.1 Общая характеристика объекта защиты .....	9
1.2 Анализ нормативных требований по обеспечению объекта системами и средствами противопожарной защиты .....	15
2 Анализ пожарной опасности технологического процесса производства ....	19
2.1 Анализ пожарной опасности выбранного технологического процесса	19
2.2 Оценка соответствия объекта требованиям пожарной безопасности ...	30
3 Разработка методов и способов повышения уровня пожарной безопасности технологического процесса.....	35
4 Охрана труда.....	44
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность .....	54
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности .....	66
Заключение .....	74
Список используемых источников.....	78

## Введение

Нефтебаз, нефтеперерабатывающих заводов и станций заправки автомобилей в городах и прилегающих районах становится все больше, устаревшие технологические установки, оборудование, сооружения и системы противопожарной защиты на данных объектах могут снизить пожарную безопасность данных объектов.

Основываясь на анализе пожарной опасности легковоспламеняющихся нефтепродуктов, необходимо выявлять основные факторы, которые могут послужить ситуации возникновения пожара и предложить меры по предотвращению в соответствии со степенью риска конкретной проблемы. Чтобы предоставить некоторые рекомендации по улучшению решения проблемы возникновения пожара, необходимо произвести оценку пожарного риска предприятия товарного производства нефтепродуктов.

Цель исследования – разработать мероприятия, направленные на повышение уровня пожарной безопасности выбранного технологического процесса.

Задачи работы:

- описать общую характеристику объекта защиты;
- провести анализ нормативных требований по обеспечению пожарной безопасности на объекте;
- выполнить анализ соответствия систем и средств противопожарной защиты объекта требованиям пожарной безопасности;
- выполнить анализ пожарной опасности выбранного технологического процесса на основе действующих требований ГОСТ Р 12.3.047-2012, ГОСТ 12.1.044-89, ГОСТ Р 53293-2009, СП 12.13130.2009, Приказа МЧС РФ от 10.07.2009 № 404;
- выполнить оценку соответствия объекта требованиям пожарной безопасности;

- предложить методы и способы для повышения пожарной безопасности и устранения выявленных несоответствий технологического процесса требованиям пожарной безопасности;
- описать подробно технические характеристики и обосновать количество применяемого оборудования;
- составить реестр профессиональных рисков для рабочих мест производственного подразделения;
- провести идентификацию опасностей, которые могут возникнуть при выполнении технологических операций (видов работ) на выбранных для анализа рабочих местах;
- определить мероприятие по устранению высокого уровня профессионального риска на рабочем месте;
- определить антропогенную нагрузку организации, технологического процесса на окружающую среду;
- определить соответствуют ли технологии на производстве наилучшим доступным;
- оформить результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха, результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов, результаты производственного контроля в области обращения с отходами;
- выполнить расчет эффективности предложенных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

## Термины и определения

В настоящей работе применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Загрязнение окружающей среды – поступление в окружающую среду вещества и (или) энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду [3].

Загрязнение атмосферного воздуха – поступление в атмосферный воздух или образование в нем вредных (загрязняющих) веществ в концентрациях, превышающих установленные государством гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха [3].

Класс функциональной пожарной опасности зданий, сооружений и пожарных отсеков – «классификационная характеристика зданий, сооружений и пожарных отсеков, определяемая назначением и особенностями эксплуатации указанных зданий, сооружений и пожарных отсеков, в том числе особенностями осуществления в указанных зданиях, сооружениях и пожарных отсеках технологических процессов производства» [24].

Нормативные документы по пожарной безопасности – национальные стандарты, своды правил, содержащие требования пожарной безопасности (нормы и правила), правила пожарной безопасности, а также действовавшие до дня вступления в силу соответствующих технических регламентов нормы пожарной безопасности, стандарты, инструкции и иные документы, содержащие требования пожарной безопасности [24].

Окружающая среда – «совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов» [3].

Охрана труда – «вид деятельности, неотъемлемый элемент трудовой и производственной деятельности, направленный на сохранение трудоспособности наемного работника и иных приравненных к ним лиц; и представляющий из себя систему правовых, социально-экономических,

организационно-технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических, реабилитационных и иных мероприятий» [26].

Оценка воздействия на окружающую среду – «вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления» [3].

Пожарная безопасность объекта защиты – «состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара» [24].

Пожарный извещатель – «техническое средство, предназначенное для обнаружения факторов пожара и/или формирования сигнала о пожаре» [24].

Пожарная сигнализация – «совокупность технических средств, предназначенных для обнаружения пожара, обработки, передачи в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд» [24].

Профилактические меры – «заблаговременные меры (мероприятия) по устранению причины/причин потенциально возможного возникновения случаев воздействия опасных и /или вредных производственных факторов на работающего или другой нежелательной, но потенциально возможной, неблагоприятной ситуации» [26].

Система обеспечения пожарной безопасности – совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами [24].

## Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяют следующие сокращения и обозначения:

АЗС – автомобильная заправочная станция.

АСН – автоматизированная система налива.

ГЖ – горючая жидкость.

ГСМ – горюче-смазочные материалы.

ДПД – добровольная пожарная дружина.

ЗВ – загрязняющее вещество.

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость.

НПЗ – нефтеперерабатывающий завод.

ОРО – объект размещения отходов.

ППР – правила противопожарного режима.

РВС – резервуар вертикальный стальной.

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией.

ТВС топливно-воздушной смеси

ТРК – топливо-раздаточная колонка.

ТРoТПБ – технический регламент о требованиях пожарной безопасности.

ФЗoПБ – Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности.

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

# 1 Анализ нормативных требований пожарной безопасности на объекте

## 1.1 Общая характеристика объекта защиты

Объект исследования – НПЗ «Восток-Ойл». НПЗ «Восток-Ойл» расположен в черте муниципального района Волжский Самарской области.

На территории НПЗ осуществляется товарное производство нефтепродуктов (дизельное топливо и бензины) с заданными показателями качества путём смешения светлых нефтепродуктов и различных присадок.

Производственная площадка нефтепродуктов состоит из 12 резервуаров, предназначенных для смешения нефтепродуктов, расположенных в одном обваловании. Для товарного производства бензинов используется 5 резервуаров (РВС), номинальным объемом – 5000 м<sup>3</sup>. С учетом максимального заполнения резервуаров на 80% максимальный объем хранящихся нефтепродуктов может достигать 4000 м<sup>3</sup>. Схема (поперечный разрез) резервуара изображен на рисунке 1.

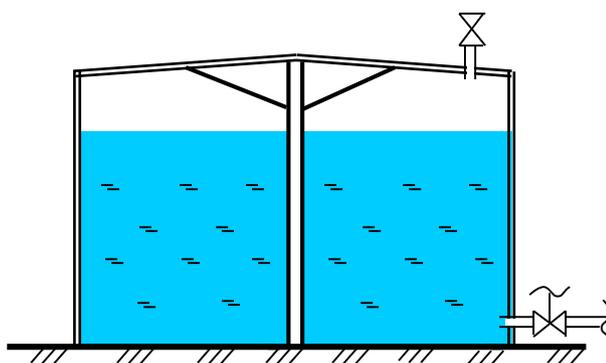


Рисунок 1 – Схема (поперечный разрез) резервуара.

Товарное производство осуществляется при помощи поточных смесительных установок при перекачке нефтепродукта из резервуара с базового нефтепродуктом в резервуар с товарным нефтепродуктом, при этом

в гидродинамических смесителях в нефтепродукт добавляются соответствующие компоненты присадок или красители. Установки смешения расположены возле РВС с товарным нефтепродуктом. «Компоненты смешивают в товарных емкостях по рецептуре, составленной производственным отделом предприятия. При смешении компонентов принято сначала подать в низ резервуара компонент с большей плотностью, а затем – компонент с меньшей плотностью. Затем после закачки всех требуемых компонентов производится циркуляция смеси по схеме резервуар-насос-резервуар до получения однородной смеси» [27].

Для дизельного топлива используется 7 резервуаров (РВС), номинальным объемом – 4900 м<sup>3</sup>. С учетом максимального заполнения резервуаров на 80% максимальный объем хранящихся нефтепродуктов может достигать 3920 м<sup>3</sup>.

Объем и вид резервуаров, а также вид нефтепродукта, хранящегося в резервуарах приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Резервуары парка светлых нефтепродуктов.

Номер резервуара	Тип	Объем резервуара, м <sup>3</sup>	Высота	Площадь зеркала, м <sup>2</sup>	Диаметр	Наименование нефтепродукта
1	РВС	700	8	79	10,5	ДТ
2	РВС	700	8	79	10,5	ДТ
3	РВС	700	8	79	10,5	ДТ
4	РВС	700	8	79	10,5	ДТ
5	РВС	700	8	79	10,5	ДТ
6	РВС	400	8	79	10,5	ДТ
7	РВС	1000	9	118,7	12,3	АИ-92
8	РВС	1000	9	118,7	12,3	АИ-92
9	РВС	1000	9	118,7	12,3	АИ-92
10	РВС	1000	9	118,7	12,3	ДТ
11	РВС	1000	9	118,7	12,3	АИ-92
12	РВС	1000	9	118,7	12,3	АИ-92

Обвалование резервуаров представляет собой гравийно-земляную насыпь. Объем обвалования группы резервуаров рассчитан на разлив нефтепродукта, помещенного в резервуары группы. Примерная площадь

группы резервуаров (включая площади резервуаров, расположенных в группе) – группа № 1 (1-12) – 5430 м<sup>2</sup>.

Резервуары оснащены дыхательными и предохранительными клапанами, трубопроводами и запорной арматурой, замерными устройствами, градуировочными таблицами и схемами операций.

Для разгрузки железнодорожных цистерн на территории НПЗ «Восток-Ойл» расположена эстакада, представляющая собой металлическую конструкцию, оборудованную сливными устройствами, фронт слива 20 железнодорожных цистерн (длина 100 метров с расположением 1-го тупикового пути);

Территория сливо-наливного парка эстакад имеет твердое покрытие. Для предотвращения растекания нефтепродукта периметр эстакад оборудован железобетонными лотками, имеющими сток в аварийные подземные емкости. Объем аварийных емкостей составляет 120 м<sup>3</sup>.

Отгрузка нефтепродуктов в автомобильный транспорт осуществляется из резервуаров по технологическим трубопроводам на автоматизированную сливо-наливную станцию АСН-5, оборудованной 5 стояками налива. Площадка АСН-5 имеет твердое асфальто-бетонное покрытие, оборудованное по периметру бетонными лотками для сбора разлитого нефтепродукта. Слив разлитого нефтепродукта осуществляется в аварийную подземную емкость объемом 200 м<sup>3</sup>.

Перекачка нефтепродуктов из транспортных емкостей в резервуары и наоборот осуществляется по сети технологических трубопроводов. Перекачка осуществляется вакуумными и центробежными насосами.

Помещения НПЗ «Восток-Ойл» оборудованы системой автоматической пожарной сигнализации с выводом шлейфов на пост круглосуточного централизованного наблюдения. Для обнаружения опасных факторов пожара используются дымовые датчики. Также в коридорах установлены ручные пожарные извещатели.

Для оповещения работников НПЗ «Восток-Ойл» об опасности в здании

смонтирована система звукового оповещения с автоматическим и ручным включением с пульта централизованного наблюдения. Для организованной эвакуации людей, на путях эвакуации смонтировано аварийное освещение (работающее в автономном режиме) и световая навигация.

НПЗ «Восток-Ойл» обеспечен средствами контроля для определения концентрации паров нефтепродукта в воздухе переносной газосигнализатор марки «Сигнал-02».

Дорожное покрытие автомобильных проездов НПЗ – асфальтобетонное.

НПЗ «Восток-Ойл» по классификации взрывопожарных зон относится к зоне класса В-Г [13]. Предусмотрена защита зданий, сооружений и оборудования НПЗ от прямых ударов молнии отдельно стоящими стержневыми молниеотводами по II категории расположенными в резервуарном парке, и устройствами грозозащиты на конструкциях сливной железнодорожной эстакады, резервуарах, мачтах освещения, присоединенных к общему контуру заземления. Категория потребителя надежности электронадежности – III.

Электроснабжение силовое – 380 В, осветительное – 220 В, аварийного электроснабжения нет. НПЗ запитана от подстанции 10/44 на 160 кВа. Отключение подстанции осуществляется службой РЭС-5. По периметру НПЗ «Восток-Ойл» выполнен контур заземления из полосовой стали, проложенной горизонтально в земле на глубине 0,5 м. Для заземления железнодорожных цистерн во время слива нефтепродукта и автоцистерн во время налива предусмотрено устройство для заземления типа УЗА-2М.

Территория НПЗ «Восток-Ойл» имеет периметральное ограждение общей площадью 44107 м<sup>2</sup>, связь – телефонная. Для целей пожаротушения имеется пожарный автомобиль АЦ-40 (130) 63Б, ДПД – 4 человека, в смену дежурит один человек.

Освещение территории выполняется лампами ДРЛ-1500, установленными на металлических осветительных мачтах и на крыше зданий.

Режим работы НПЗ – круглосуточный, при этом в дневное время на

территории может находиться до 27 человек (рабочих и инженерно-технического персонала), в ночное время на территории находится 2 человека.

Рассмотрим комплекс зданий и сооружений, обеспечивающих деятельность НПЗ «Восток-Ойл».

Административный корпус. Здание 2 степени огнестойкости, двухэтажное, с чердачным и подвальным помещением, размером в плане 25×13 м, высотой 9 м. Стены и перегородки здания кирпичные, перекрытия железобетонные, кровля металлическая по деревянной обрешетке.

Стояночный бокс для автотранспорта. Здание 2 степени огнестойкости, одноэтажное, бесподвальное, бесчердачное, состоит из основного здания (размерами в плане 16×18 м, высотой 3 м) и пристроек (размерами в плане 13×13 м и 9×18, высотой 3 м). Стены и перегородки здания кирпичные, покрытие совмещенное железобетонное, кровля шиферная по деревянной обрешетке. Общее количество стояночных мест составляет 12 единиц. в здании расположены участки ремонта и технического обслуживания автомобилей, аккумуляторный участок.

Складское помещение. Здание складского помещения одноэтажное, бесчердачное, 3 степени огнестойкости, размером в плане 3×12 метров, высотой 2,5 м, стены кирпичные, перекрытие деревянное, кровля шиферная по деревянной обрешетке, внутренняя отделка осуществлена негорючими материалами (стены и потолки оштукатурены и побелены, полы бетонные). В складе осуществляется хранение различных материалов, в том числе – красок и эмалей.

Насосная нефтепродуктов. Здание одноэтажное, 2 степени огнестойкости, размерами в плане 26×6,5 м, высотой 4 м. Стены и перегородки кирпичные. Покрытие совмещенное, железобетонное. Кровля шиферная по деревянной обрешетке. Оконные проемы закрыты двойным контуром остекления в деревянных рамах. Двери деревянные. Внутренняя отделка здания: стены и потолки оштукатурены. Стены окрашены масляными красками, потолок побелен. Полы бетонные. Помещение электро щитовой

отделено от насосной противопожарной стеной, имеет отдельный вход. В здании расположено помещения лаборатории.

Автозаправочная станция. Здание одноэтажное, 2 степени огнестойкости, размерами в плане 6×7,5 м, высотой 3 м. Стены и перегородки кирпичные. Покрытие совмещенное, железобетонное. Кровля шиферная по деревянной обрешетке. Оконные проемы закрыты двойным контуром остекления в пластиковых рамах. Двери металлические. Внутренняя отделка здания: стены и потолки оштукатурены. Стены окрашены масляными красками, потолок побелен. Полы бетонные.

Магазин. Здание одноэтажное, 5 степени огнестойкости, размерами в плане 6,5×15,5 м, высотой 3 м. Стены и перегородки деревянные. Покрытие совмещенное, деревянное. Кровля шиферная по деревянной обрешетке.

Внутреннее противопожарное водоснабжение отсутствует. Во всех зданиях имеются огнетушители ОП-5 и ОПУ-2.

Наружное противопожарное водоснабжение:

- на территории НПЗ проложен тупиковый сухотруб Д-150 мм с семью оконечными вентилями с пожарными полугайками Д-66 мм от пожарной насосной станции с производительностью насоса 25 л/сек;
- на территории имеется два пожарных водоема емкостью 280 м<sup>3</sup> и 150 м<sup>3</sup>.

Автоматические установки пожаротушения отсутствуют.

Производственная площадка смешения нефтепродуктов оборудована трубопроводом Д-150 мм для подачи нефтепродукта. Трубопровод оборудован огнепреградителями на каждом резервуаре.

При поступлении вагонов-цистерн, оператор производит сверку документов с фактическим наличием номеров на вагонах-цистернах, наличие и сохранность пломб. Оператор производит замер уровня фактического наличия нефтепродуктов в вагонах-цистернах и сверяется с весом, указанным в накладных. При наличии недостачи оформляется коммерческий акт. Производится первый замер уровня в резервуаре и нефтепродукт с вагона-

цистерны перекачивается в резервуар. После выкачки производится второй замер уровня в резервуаре. Все замеры регистрируются в книге контрольных замеров. Замеры уровня в резервуарах производятся ежедневно после отпуска нефтепродуктов с регистрацией в журнале. Составляется суточная ведомость.

Охрана НПЗ «Восток-Ойл» осуществляется сотрудниками сторожевой службы. Вызов сотрудников правоохранительных органов осуществляется посредством телефонной связи. Время прибытия оперативной группы по вызову – 5-10 минут.

## **1.2 Анализ нормативных требований по обеспечению объекта системами и средствами противопожарной защиты**

На территории НПЗ «Восток-Ойл» расположены:

- парк светлых и темных нефтепродуктов;
- здания и сооружения, обеспечивающие производственную деятельность предприятия.

Для товарного производства нефтепродуктов на предприятии используются вертикальные (РВС) стальные резервуары. Резервуары представляют собой цельную стальную, сваренную из плоских листов емкость, установленную на бетонный фундамент.

В качестве оборудования для товарного производства нефтепродуктов используются установки смешения быстродействующие (УСБ-1).

Нормативно-правовое обеспечение вопросов обеспечения объекта системами и средствами противопожарной защиты представлено следующими нормативно-правовыми актами:

- организационные мероприятия – Постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479 «Об утверждении Правила противопожарного режима в Российской Федерации» [4];
- общие технические мероприятия – Федеральный закон № 123-ФЗ (в ред. Федеральных законов от 10.07.2012 № 117-ФЗ, от 02.07.2013 №

185-ФЗ, от 23.06.2014 № 160-ФЗ, №538-ФЗ от 27.12.2018, № 276-ФЗ от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [24];

- требования к обеспечению пожарной безопасности на территории и объектах склада нефти и нефтепродуктов – Свод правил СП 155.13130.2014 «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности» [23];
- требования по оборудованию и содержанию СОУЭ – Свод правил СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре» [16];
- требования к пожарной безопасности электрооборудования объекта защиты – Свод правил СП 6.13130.2021 «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование» [17];
- требования по оборудованию объекта защиты системой наружного противопожарного водоснабжения и его обслуживанию – Свод правил СП 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения» [18];
- требования по оборудованию объекта защиты огнетушителями – Свод правил СП 9.13130.2009 «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации» [25];
- требования по оборудованию объекта защиты системой внутреннего противопожарного водоснабжения и его обслуживанию – Свод правил СП 10.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования» [19];
- требования по оборудованию объекта защиты системой пожарной сигнализации и её автоматизации – Свод правил СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» [20];

- требования к объектам защиты, которые подлежат защите системами пожарной автоматики – Свод правил СП 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности» [22];
- требования по организации на объекте системы противодымной защиты – Свод правил СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности» [14];
- требования к установкам системы автоматического пожаротушения – Свод правил СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» [21].

Согласно требований пожарной безопасности, установленных Федеральным законом № 123-ФЗ пожарная безопасность НПЗ «Восток-Ойл» считается обеспеченной, если:

- по результатам расчёта пожарного риска на объектах НПЗ «Восток-Ойл» индивидуальный пожарный риск не будет превышать одной миллионной в год;
- при выполнении в полном объеме требований пожарной безопасности, установленных Федеральным законом № 123-ФЗ и нормативными документами по пожарной безопасности.

Вывод по 1 разделу.

В разделе представлена характеристика объекта защиты проводился анализ нормативных требований пожарной безопасности на объекте.

Объект исследования – НПЗ «Восток-Ойл».

На территории объекта расположены: резервуарный парк светлых и темных нефтепродуктов, продуктовая насосная станция, железнодорожная и автомобильная эстакады, административное здание, материальные склады, маслонасосная. Возле РВС с товарным нефтепродуктом расположены

поточные смесительные установки для товарного производства нефтепродуктов.

НПЗ «Восток-Ойл» расположена в черте муниципального района Волжский Самарской области.

На территории НПЗ осуществляется товарное производство нефтепродуктов (дизельное топливо и бензины) с заданными показателями качества путём смешения светлых нефтепродуктов и различных присадок. Товарное производство осуществляется при помощи поточных смесительных установок при перекачки нефтепродукта из резервуара с базового нефтепродуктом в резервуар с товарным нефтепродуктом, при этом в гидродинамических смесителях в нефтепродукт добавляются соответствующие компоненты присадок или красители.

Автоматические установки пожаротушения на товарных резервуарах НПЗ «Восток-Ойл» отсутствуют.

Определено, что согласно требований пожарной безопасности, установленных Федеральным законом № 123-ФЗ пожарная безопасность НПЗ «Восток-Ойл» считается обеспеченной, если:

- по результатам расчёта пожарного риска на объектах НПЗ «Восток-Ойл» индивидуальный пожарный риск не будет превышать одной миллионной в год;
- при выполнении в полном объеме требований пожарной безопасности, установленных Федеральным законом № 123-ФЗ и нормативными документами по пожарной безопасности.

Предлагается произвести расчёт индивидуального пожарного риска для работников НПЗ «Восток-Ойл».

## **2 Анализ пожарной опасности технологического процесса производства**

### **2.1 Анализ пожарной опасности выбранного технологического процесса**

Пожарная опасность объектов НПЗ «Восток-Ойл» в основном обусловлена наличием:

- а) большого количества нефтепродуктов, относящихся к классу:
  - 1) легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) – бензины, дизельное топливо,
  - 2) горючих жидкостей (ГЖ) – добавки к топливу;
- б) развитой системы технологических трубопроводов, по которым осуществляется перекачка нефтепродуктов.

К опасным производственным факторам относятся:

- разгерметизация трубопроводов и оборудования, что приводит к разливу ЛВЖ, образованию взрывоопасных концентраций в воздухе помещений, взрыву или пожару;
- загорание смазочных масел и обтирочных материалов при нарушениях норм и правил пожарной безопасности.

Возможными источниками пожаров и аварий могут быть:

- взрыв и пожар в резервуаре (резервуарах) с топливом;
- разгерметизация технологических трубопроводов и резервуаров, гидродинамический прорыв обвалования при полной разгерметизации емкости РВС;
- поражение людей, разрушение зданий и сооружений ударной волной;
- мгновенное высвобождение газовой фазы с образованием облака топливно-воздушной смеси (ТВС) и образование свободного разлива бензина;

- дрейф облака ТВС в наиболее опасном направлении;
- взрыв облака ТВС;
- сход подвижного состава (вагонов-цистерн) с рельс в случае разрушения железнодорожного полотна или нарушения правил технической эксплуатации железнодорожного транспорта, непосредственно на территории НПЗ;
- загорание автоцистерны при наливке нефтепродуктов, а также в пути следования;
- нарушение ППБ при производстве газоопасных и других работ.

В результате этих аварий возможен разлив нефтепродуктов с последующим возникновением пожара: в резервуарном парке, на сливно-наливной железнодорожной и автомобильной эстакадах, насосной станции, технологической площадке, складах.

Свойства жидкостей, обращающихся на территории НПЗ «Восток-Ойл» представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Свойства жидкостей, обращающихся на территории НПЗ

Тип резервуаров	Наличие паровоздушного пространства	Рабочая температура °С	Температурные пределы воспламенения, °С	Заключение
РВС бензин (лето)	есть	+20	от -45 до +15	Горючая концентрация не образуется, так как $t_{раб} \gg t_{впв} + 10$
РВС дизельного топлива (лето)	есть	+20	от +64 до +108	Горючая концентрация паров не образуется, т. к. $t_{раб} \ll t_{нпв} - 10$
РВС бензин (зима)	есть	-20	от -45 до -15	Горючая концентрация образуется, т. к. $t_{нпв} - 10 < t_p < t_{впв} + 10$
РВС дизельного топлива (зима)	есть	-20	от +64 до +108	Горючая концентрация дизтоплива не взрывоопасна, т. к. $t_{раб} \ll t_{нпв} - 10$

Анализ пожарной опасности выбранного технологического процесса будет производиться по всем объектам товарного производства нефтепродуктов на НПЗ. Так как товарное производство нефтепродуктов включают такие операции, как получение базового нефтепродукта, перекачка нефтепродукта в резервуар, смешение нефтепродукта с присадками и другими добавками и отпуск нефтепродуктов, то рассмотрим все возможные аварийные случаи. Рассмотрим случаи разгерметизации железнодорожной или автомобильной цистерны с нефтепродуктом.

При разгерметизации нефтепродукт будет стремительно вытекать из аварийной емкости на землю, при этом теоретический расчет зоны аварийного разлива нефтепродукта будет определяться по формуле 1;

При расположении ёмкости в низине или на ровной поверхности (что характерно для территории НПЗ) зону разлива рассматривают в виде круга в соответствии с «Рекомендациями по обеспечению пожарной безопасности объектов нефтепродуктообеспечения, расположенных на селитебной территории», введенными в действие приказом Минтопэнерго №66 от 23.02.1997 г. Радиус зоны разлива характеризует максимальное расстояние разлива от центра резервуара [15].

Зоны аварийного разлива нефтепродукта в случае полного разрушения надземного стального резервуара определяют по следующей формуле 1.

Площадь зоны разлива:

$$F_{зр} = f_3 \varepsilon_p V_p, \quad (1)$$

где  $F_{зр}$  – площадь зоны разлива,  $m^2$ ;

$f_3$  – коэффициент разлива,  $m^{-1}$ ;

$\varepsilon_p$  – степень заполнения резервуара;

$V_p$  – номинальная вместимость резервуара,  $m^3$ .

Степень заполнения резервуара допускается принимать равной 90% объема резервуара (0,9) [15].

Коэффициент разлива определяют исходя из расположения надземного резервуара на местности:

$$f_3 = \left\{ \frac{5 - \text{при расположении в низине или на поверхности с уклоном до 1\%}}{12 - \text{при расположении на возвышенности}} \right\}$$

Площадь зоны разлива при разгерметизации автомобильного резервуара объемом 17 м<sup>3</sup> составит:

$$F_{зр} = 5 \times 1 \times 17 = 85 \text{ м}^2.$$

Площадь зоны разлива при разгерметизации железнодорожной цистерны объемом 62 м<sup>3</sup> составит:

$$F_{зр} = 5 \times 1 \times 62 = 310 \text{ м}^2.$$

Учитывая, что сливноналивные эстакады НПЗ «Восток-Ойл» оборудованы топливоприемными лотками, можно предположить, что розлив нефтепродукта будет локальным, в пределах площади, ограниченной данными лотками. Сливно-наливные эстакады располагаются за территорией парков нефтепродуктов, поэтому распространение пожара на резервуары маловероятно, но в зависимости от количества разлитого нефтепродукта и площади пожара, необходимо обеспечить подачу стволов на охлаждение резервуаров, расположенных ближе к фронту пожара [15].

При возникновении пожаров в административно-хозяйственных и вспомогательных зданиях НПЗ, возникающие загорания не будут представлять большой сложности и не будут требовать сосредоточения большого количества сил и средств.

Предлагается к расчёту аварии по следующему дереву сценариев (рисунок 2):

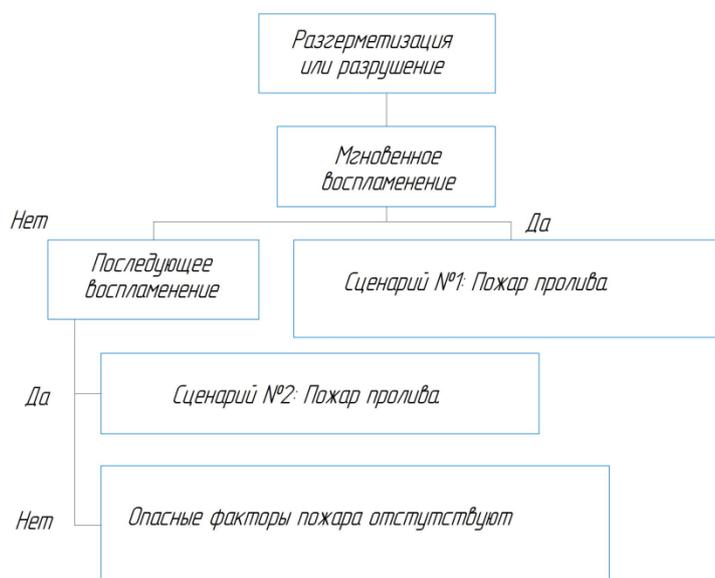


Рисунок 2 – Дерево сценариев

Перечень пожароопасных ситуаций и сценариев их развития на линиях топливоподачи представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень пожароопасных ситуаций и сценариев их развития

Номер сценария	Наименование пожароопасной ситуации	Сценарий развития пожароопасной ситуации	Частота возникновения, год <sup>-1</sup> [5]
1	Разрыв линии топливоподачи поточных смесительных установок	Пожар пролива	$4 \cdot 10^{-5}$

В случае возникновения аварийной ситуации имеется возможность посредством технологических трубопроводов перекачивать нефтепродукт из резервуара в любой свободный резервуар, при условии отсутствия загорания в обваловании, поскольку вся запорная арматура и трубопроводы располагаются на отметке 0,00 в нижней части резервуара и не имеют приводов автоматического управления.

Количественная оценка массы горючих веществ, поступающих в окружающее пространство в результате возникновения пожароопасных ситуаций.

Соединение трубопровода и насоса: разгерметизация 5 мм – частота возникновения:  $1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 52 = 6,24 \cdot 10^{-4}$  год<sup>-1</sup>.

Объемный расход истечения жидкости определяется по формуле 2:

$$Q_{жс} = \mu \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot \sqrt{2gH_{жс}} \quad (2)$$

где  $\mu$  – коэффициент истечения;

$d$  – диаметр трубопроводов, м

$H_{жс}$  – высота столба жидкости, м [5].

$$Q_{жс} = 0,7 \cdot \pi \cdot 5^2 \cdot 10^{-6} / 4 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3} = 0,0001 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Массовый расход истечения жидкости определяется по формуле 3:

$$G_{жс} = Q_{жс} \cdot \rho_{жс} \quad (3)$$

где  $\rho_{жс}$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;

$$G_{жс} = 0,0001 \cdot 804 = 0,085 \text{ кг/с}.$$

Объем вылившейся жидкости:

$$V_{жс} = 0,0001 \cdot 300 = 0,032 \text{ м}^3.$$

Максимальная площадь пролива для данного объема жидкости определяется по формуле 4:

$$F_{пл} = f_p \cdot V_{жс} \quad (4)$$

где  $f_p$  – коэффициент разлития, м<sup>-1</sup>

$V_{ж}$  – объем жидкости, поступившей в окружающее пространство при разгерметизации, м<sup>3</sup>.

$$F_{II}=20 \cdot 0,032=0,6 \text{ м}^2.$$

Обвалование отсутствует. Площадь пролива составляет 0,6 м<sup>2</sup>.

Масса вылившейся жидкости:

$$m_{ж}=V_{ж} \cdot \rho_{ж}=0,032 \cdot 804=25,4 \text{ кг.}$$

Время испарения до появления источника зажигания: 3600 с.

Давление насыщенных паров при температуре 39 °С составляет  $P_H=0,651$  кПа.

Интенсивность испарения с поверхности пролива определяется по формуле 5:

$$W=10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_H \quad (5)$$

где  $M$  – молярная масса жидкости, кг/кмоль,

$P_H$  – давление насыщенных паров, кПа

$$W=10^{-6} \cdot 1 \cdot \sqrt{172,3} \cdot 0,651=8,545 \cdot 10^{-6} \text{ кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2).$$

Масса образовавшихся паров определяется по формуле 6:

$$m_n=W \cdot F_{II} \cdot 3600 \quad (6)$$

$$m_n=8,545 \cdot 10^{-6} \cdot 0,6 \cdot 3600=0,02 \text{ кг.}$$

Разгерметизация 5 мм – пожар пролива (сценарий 1, 2).

Сценарий 1:

- условная вероятность возникновения –  $P=0,005$  (приложения №2 к методике [5]);
- частота возникновения  $Q_{ав.с}= 4 \cdot 10^{-5}$  (приложения №1 к методике [5]).

$$Q=Q_{ав.с} \cdot P=4 \cdot 10^{-5} \cdot 0,005=3,38 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}.$$

#### Сценарий 2:

- условная вероятность возникновения –  $P=0,995 \cdot 0,005=0,004975$ .
- частота возникновения  $Q_{ав.с}= 4 \cdot 10^{-5}$ .

$$Q=Q_{ав.с} \cdot P=4 \cdot 10^{-5} \cdot 0,004975=2 \cdot 10^{-7} \text{ год}^{-1}.$$

Аналогичным способом рассчитываем показатели для разрушения отводящего патрубка насоса – пожар пролива (сценарий 1, 2).

#### Сценарий 1:

- условная вероятность возникновения –  $P=0,200$  (приложения №2 к методике [5]);
- частота возникновения  $Q_{ав.с}= 1 \cdot 10^{-4}$  (приложения №1 к методике [5]).

$$Q=Q_{ав.с} \cdot P=1 \cdot 10^{-4} \cdot 0,200=2 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}.$$

#### Сценарий 2:

- условная вероятность возникновения –  $P=0,800 \cdot 0,200=0,16$ .
- частота возникновения  $Q_{ав.с}= 1 \cdot 10^{-4}$ .

$$Q=Q_{ав.с} \cdot P=1 \cdot 10^{-4} \cdot 0,16=1,6 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}.$$

Полученные данные приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Полученные данные

Показатели	Разрыв 5 мм. Трубопровод. Пожар пролива	Полный разрыв патрубка насоса. Пожар пролива
Условная вероятность возникновения	0,005 0,004975	0,200 0,16
Частота возникновения год <sup>-1</sup>	$3,38 \cdot 10^{-7}$ $2 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-5}$ $1,6 \cdot 10^{-5}$

Дерево сценариев при возникновении инициирующего события «Разгерметизации 5 мм трубопровода – пожар пролива» изображено на рисунке 3.

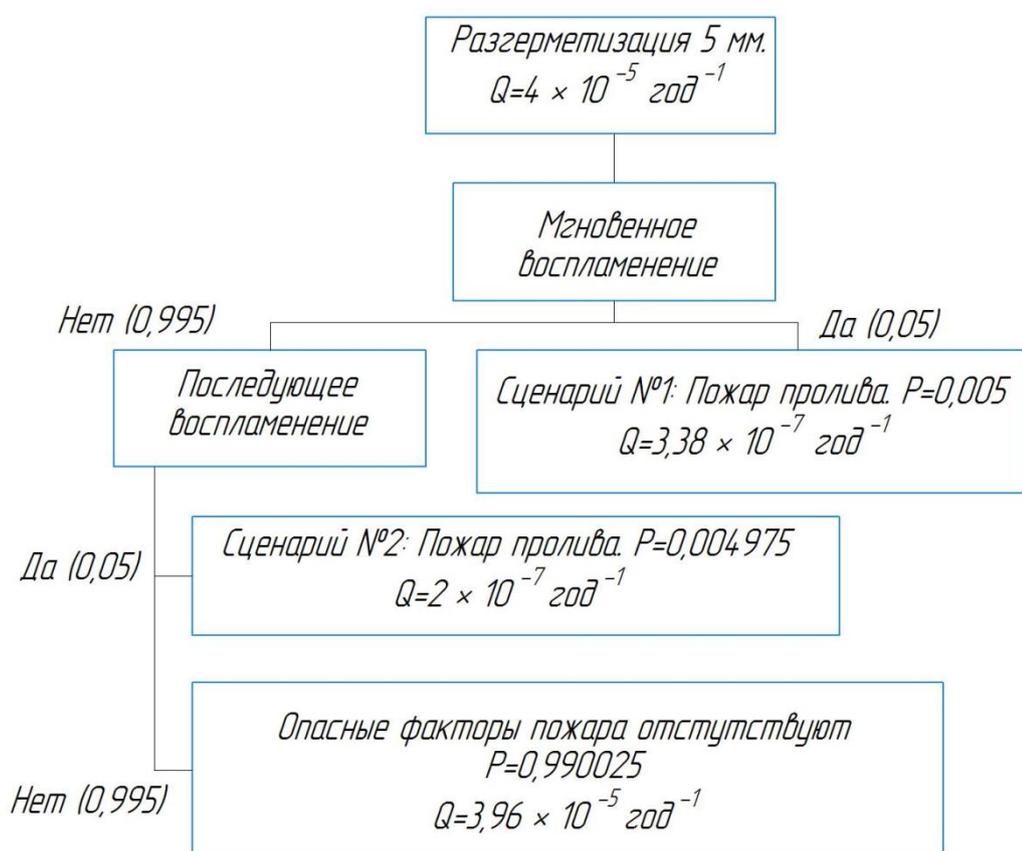


Рисунок 3 – Дерево сценариев «Разгерметизации 5 мм трубопровода – пожар пролива»

Дерево сценариев при возникновении инициирующего события «Полный разрыв патрубка насоса – пожар пролива» изображено на рисунке 4.

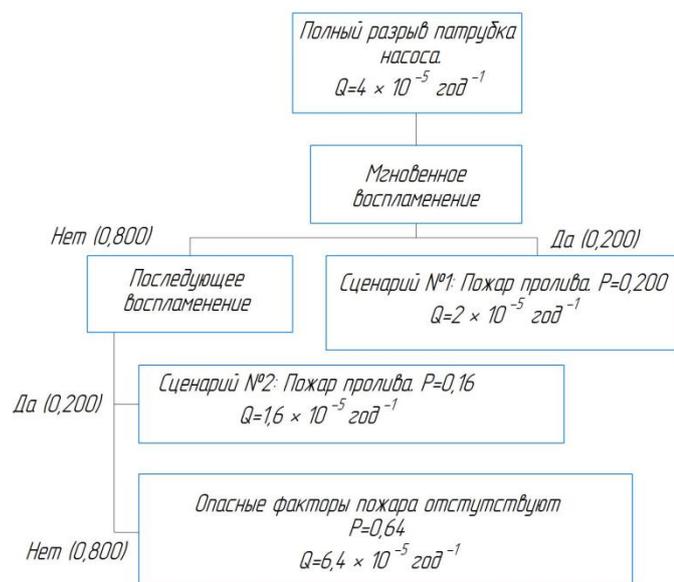


Рисунок 4 – Дерево сценариев «Полный разрыв патрубка насоса»

Величина потенциального пожарного риска в определенной точке как на территории объекта, так и в селитебной зоне вблизи объекта определяется по формуле 7:

$$P(a) = \sum_{j=1}^J Q_{dj}(a) \cdot Q_j, \quad (7)$$

где  $J$  – число сценариев развития пожароопасных ситуаций (пожаров, ветвей логического дерева событий);

$Q_{dj}(a)$  – условная вероятность поражения человека в определенной точке территории ( $a$ ) в результате реализации  $i$ -го сценария развития пожароопасных ситуаций, отвечающего определенному инициирующему аварии событию;

$Q_j$  – частота реализации в течение года  $i$ -го сценария развития пожароопасных ситуаций, год<sup>-1</sup> [5].

Индивидуальный пожарный риск в зданиях и на территории объекта определяется для каждой группы людей с учетом вероятности их нахождения в каждой области территории или здании по формуле 8:

$$R_m = \sum_{i=1}^I q_{im} \cdot P(i), \quad (8)$$

где  $P(i)$  – интегрированная по площади величина потенциального риска в  $i$ -ой области территории объекта, год<sup>-1</sup>;

$q_{im}$  – вероятность присутствия работника в  $i$ -ой области территории объекта [5].

Вероятности нахождения людей на участках территории объекта и в зданиях приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Вероятность нахождения людей

Категория людей	Группа людей	Здание, область территории	$q_{im}$
Персонал объекта	Административно-управленческого персонала (16 человек)	Граница объекта	0,22557
		Остальная часть территории	0,22557
	Водитель (4человека)	Остальная часть территории	0,22557
		Граница объекта	0,05639
	Машинист насосов (2 человека)	Производственное здание АСН	0,05639
		Граница объекта	0,22557
	Оператор-товарный (2человека)	Граница объекта	0,22557
		Производственное здание АЗС	0,22557
	Охранник	Граница объекта	0,24658
		Остальная часть территории	0,24658
электрослесарь по ремонту оборудования (2человека)	Граница объекта	0,22557	
	Остальная часть территории	0,22557	
Население	Жители частного сектора (600 человек)	Граница объекта	0,05
		Остальная часть территории	0,05
		Здания в селитебной зоне	0,05
	Посетители АЗС (20 человек)	Граница объекта	0,00342
		Производственное здание АЗС	0,00171
		Остальная часть территории	0,00171

Результаты расчетов индивидуального пожарного риска в зданиях и на территории объекта приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты расчетов индивидуального пожарного риска в зданиях и на территории объекта

Группа людей	Здание, область территории	$Q_{im}$	$P(i), \text{год}^{-1}$	$R_m, \text{год}^{-1}$	$R_m, \text{год}^{-1}$
Административно-управленческого персонала (16 человек)	Остальная часть территории	0,22557	$6,29 \cdot 10^{-5}$	$1,419 \cdot 10^{-5}$	$2,838 \cdot 10^{-5}$
	Граница объекта	0,22557	$6,29 \cdot 10^{-5}$	$1,419 \cdot 10^{-5}$	
Водитель (4 человека)	Граница объекта	0,05639	$2,5 \cdot 10^{-6}$	$1,411 \cdot 10^{-7}$	$1,411 \cdot 10^{-7}$
Жители частного сектора	Остальная часть территории	0,05	$6,2 \cdot 10^{-4}$	$3,14 \cdot 10^{-6}$	$3,14 \cdot 10^{-6}$
Машинист технических насосов (2 человека)	Граница объекта	0,22557	$3,9 \cdot 10^{-4}$	$8,856 \cdot 10^{-5}$	$8,856 \cdot 10^{-5}$
Оператор-товарный (2 человека)	Производственное здание АЗС	0,22557	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$2,93 \cdot 10^{-7}$	$2,93 \cdot 10^{-7}$
Охранник	Остальная часть территории	0,24658	$6,3 \cdot 10^{-5}$	$1,551 \cdot 10^{-5}$	$1,551 \cdot 10^{-5}$
Посетители АЗС	Производственное здание АЗС	0,00171	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$2,22 \cdot 10^{-9}$	$2,2222 \cdot 10^{-9}$
	Остальная часть территории	0,00171	$6,3 \cdot 10^{-5}$	$2,22 \cdot 10^{-7}$	
электрослесарь по ремонту оборудования нефтебаз (2 человека)	Остальная часть территории	0,22557	$6,3 \cdot 10^{-5}$	$1,419 \cdot 10^{-5}$	$1,419 \cdot 10^{-5}$

Таким образом, социальный пожарный риск (сумма частот возникновения вышеперечисленных событий, ведущих к гибели 10 и более человек) составляет  $4,239 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ , что выше  $10^{-6} \text{ год}^{-1}$ .

Для повышения пожарной безопасности технологического процесса (снизить вероятность пожара) необходимо:

- не допустить мгновенного воспламенения пролитых нефтепродуктов, для этого требуется в месте расположения поточных смесительных установок установить генераторы подачи пены для изоляции пролитого нефтепродукта от источников зажигания и кислорода воздуха;
- не допустить мгновенного воспламенения пролитых нефтепродуктов, для этого требуется в месте расположения

поточных смесительных установок установить лотки для сбора пролитого нефтепродукта в аварийную ёмкость.

Также необходимо установить систему пенного пожаротушения на каждый РВС-1000 при помощи ГПСС-600.

Генераторы пены для подачи пены на изоляцию пролитого нефтепродукта от источников зажигания и кислорода воздуха возможно:

- установить на систему пожаротушения резервуара, генераторы ГПСС-600;
- направить генераторы ГПСС-600 на площадь лотков для сбора пролитого нефтепродукта.

Предложенные мероприятия позволят привести полученные значения риска к допустимым значениям, что позволит объекту соответствовать требованиям.

## 2.2 Оценка соответствия объекта требованиям пожарной безопасности

Анализ соответствия систем и средств противопожарной защиты объекта требованиям пожарной безопасности проведём по проверочным листам МЧС РФ. Результаты анализа будут представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты анализа соответствия систем и средств противопожарной защиты объекта требованиям пожарной безопасности

Контрольные вопросы	Реквизиты нормативных правовых актов	Ответы на вопросы		
		да	нет	неприменимо
«Находятся ли обвалования вокруг резервуаров с нефтью и нефтепродуктами, легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, а также проезды через обвалования в исправном состоянии?» [6]	Пункт 296 Постановления Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 <sup>2</sup> (далее – ППР)	+	-	-

Продолжение таблицы 7

Контрольные вопросы	Реквизиты нормативных правовых актов	Ответы на вопросы		
		да	нет	неприменимо
«Исключена ли на складах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей эксплуатация негерметичного оборудования и запорной арматуры?» [6]	Пункт 297 ППР	+	-	-
«Исключена ли на складах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей эксплуатация резервуаров, имеющих перекосы и трещины, проемы или трещины на плавающих крышах, а также неисправного оборудования, контрольно-измерительных приборов, подводящих продуктопроводов и стационарных противопожарных устройств?» [6]	Пункт 297 ППР	+	-	-
«Исключено ли на складах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей наличие деревьев, кустарников и сухой растительности внутри обвалований?» [6]	Пункт 297 ППР	+	-	-
«Исключена ли на складах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей установка емкостей (резервуаров) на основание, выполненное из горючих материалов?» [6]	Пункт 297 ППР	+	-	-
«Исключено ли на складах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей переполнение резервуаров и цистерн?» [6]	Пункт 297 ППР	+	-	-
«Определен ли порядок отбора проб из резервуаров во время слива или налива нефти и нефтепродуктов на складах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей?» [6]	Пункт 297 ППР	+	-	-
«Исключен ли на складах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей слив и налив нефти и нефтепродуктов во время грозы?» [6]	Пункт 297 ППР	+	-	-
«Проверяются ли на складах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей дыхательные клапаны и огнепреградители в соответствии с технической документацией предприятий-изготовителей?» [6]	Пункт 298 ППР	+	-	-
«Производится ли на складах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей при осмотрах дыхательной арматуры отогрев клапанов и сеток от льда только пожаробезопасными способами?» [6]	Пункт 298 ППР	+	-	-

Продолжение таблицы 7

Контрольные вопросы	Реквизиты нормативных правовых актов	Ответы на вопросы		
		да	нет	неприменимо
«Очищаются ли на складах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей при осмотрах дыхательной арматуры клапаны и сетки от льда?» [6]	Пункт 298 ППР	+	-	-
«Производится ли на складах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей отбор проб и замер уровня жидкости в резервуаре при помощи приспособлений из материалов, исключающих искрообразование?» [6]	Пункт 298 ППР	+	-	-
«Убирается ли на складах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей пролитая жидкость немедленно?» [6]	Пункт 298 ППР	+	-	-
«Исключено ли хранение на складах легковоспламеняющихся и горючих жидкостей упаковочного материала и тары непосредственно в хранилищах и на обвалованных площадках?» [6]	Пункт 298 ППР	+	-	-
«Установлены ли при хранении баллонов в помещениях газоанализаторы для контроля образования взрывоопасных концентраций?» [6]	Пункт 299 ППР	+	-	-
Обеспечивается ли пожарная безопасность объекта защиты путем выполнения выбранного условия соответствия в части:				
«обеспечения защиты зданий, сооружений, помещений и оборудования иными системам противопожарной защиты (системой коллективной защиты, системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, системой противодымной защиты, системы внутреннего противопожарного водопровода)?» [6]	Статьи 4, 6, 54, 55, 56, 78, 81, 82, 84, 85, 86, 106, 107, глава 31 ТР о ТПБ, статья 20 ФЗ о ПБ [12]	-	+	-
«исполнения, размещения, управления и взаимодействия оборудования противопожарной защиты с инженерными системами зданий и оборудованием, работа которого направлена на обеспечение безопасной эвакуации людей, тушение пожара и ограничения его развития?» [6]	Статьи 4, 6, 54, 61, 78, 82, 83, 103, 104, 106, 107, глава 26 ТР о ТПБ, статья 20 ФЗ о ПБ [12]	-	+	-

По результатам анализа соответствия систем и средств противопожарной защиты объекта требованиям пожарной безопасности НПЗ

«Восток-Ойл» определено, что в нарушении требований Федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» на вертикальных резервуарах отсутствует система пожаротушения.

Вывод по второму разделу.

В разделе проводился анализ пожарной опасности технологического процесса товарного производства нефтепродуктов на территории НПЗ.

Пожары на объектах хранения легковоспламеняющихся жидкостей развиваются очень быстро, для их тушения требуется сосредоточение значительных сил и средств, оперативные и умелые действия персонала объекта, подразделений пожарной охраны. Нередко до возникновения пожара образуются значительные площади разливов жидкости и газопаровоздушные облака. При их воспламенении в зону пожара попадают здания и сооружения, расположенные на территории НПЗ, технологическое оборудование и аппараты на большей площади.

Быстрое растекание горючих жидкостей, высокая температура горения (1300 град, и более), большое теплоизлучение, ощущаемое на расстоянии 50-80 м, приводит к деформациям технологического оборудования, нарушению целостности резервуаров, расположенных в зоне теплового излучения, потере несущих свойств строительными конструкциями.

На территории НПЗ могут быть реализованы следующие сценарии аварий:

- утечки нефтепродуктов из трубопроводов, резервуаров, насосного оборудования;
- аварийные разливы нефтепродуктов с последующим горением и/или взрывом;
- аварийные разливы нефтепродуктов при сливе (наливе) из автомобильных (железнодорожных) цистерн;
- утечка нефтепродуктов при аварийном разрушении резервуаров (цистерн).

Аварийные разливы могут происходить как в зоне слива-налива нефтепродуктов, так и на территории резервуарного парка нефтепродуктов.

Причинами подобного разрушения резервуара могут стать природное стихийное бедствие (удар молнии), катастрофа, или целенаправленный диверсионный акт. При этом разрушение резервуара, скорее всего, будет сопровождаться пожаром и/или взрывом, поэтому при разрушении одного резервуара высока вероятность возгорания нефтепродуктов в соседних резервуарах.

Для повышения пожарной безопасности технологического процесса (снизить вероятность пожара) необходимо:

- не допустить мгновенного воспламенения пролитых нефтепродуктов, для этого требуется в месте расположения поточных смесительных установок установить генераторы подачи пены для изоляции пролитого нефтепродукта от источников зажигания и кислорода воздуха;
- не допустить мгновенного воспламенения пролитых нефтепродуктов, для этого требуется в месте расположения поточных смесительных установок установить лотки для сбора пролитого нефтепродукта в аварийную ёмкость.

Предложенные мероприятия позволят привести полученные значения риска к допустимым значениям, что позволит объекту соответствовать требованиям.

### **3 Разработка методов и способов повышения уровня пожарной безопасности технологического процесса**

Согласно статьи 5 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» «система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности» [24].

По результатам анализа соответствия систем и средств противопожарной защиты объекта требованиям пожарной безопасности было определено, что первая часть статьи 5 ТРoТПБ технологического процесса товарного производства нефтепродуктов выполняется путём соблюдения мероприятий ППР, направленных на предотвращение пожара, при этом вторая часть статьи 5 ТРoТПБ в части обеспечения противопожарной защиты не выполняется.

Возникновению пожара разлива нефтепродукта предшествует определенная нештатная ситуация. Разрушение трубопровода в месте расположения поточных смесительных установок может произойти по причине прямого попадания молнии, террористического акта и других мероприятий, направленных на разрушение пожароопасного оборудования и резервуаров с нефтепродуктами.

Разрушение смесительных установок будет сопровождаться растеканием нефтепродукта в объеме обвалования с последующим его загоранием, при этом в зону пожара попадают резервуары, расположенные в группе с аварийным резервуаром.

Горение нефтепродуктов сопровождается горением паров, при этом выделяется огромное количество тепла, из-за этого происходит нагревание стенок резервуара. Впервые же минуты горения на поверхности

устанавливается температура близкая к температуре кипения жидкости (более 1000 градусов).

От воздействия тепловой радиации, а при ветре непосредственно от пламени будут нагреваться стенки резервуара. Обогрев пламенем корпуса и крышки резервуара приводит к повышенной интенсивности испарения находящейся в нем горючей жидкости.

При длительном горении нефтепродукта температура на его поверхности будет постоянно повышаться, при этом возникает деформация горящего резервуара и распространения пожара уже на нефтепродукты, находящиеся в самом резервуаре.

При ветре, господствующее направление, которого юго-западное пламя будет наклонено к горизонту, и будет иметь примерные размеры: 1,5-2 размера резервуара.

При возникновении пожара в обваловании практически сразу станет невозможна перекачка нефтепродуктов из всех резервуаров, расположенных в группе. Последующее горение будет приводить к разогреву уцелевших резервуаров, повышению в них давления, образованию взрывоопасных концентраций паровоздушных смесей внутри резервуаров.

Выход паровоздушных смесей через дыхательную арматуру может привести к ее воспламенению, а в худшем случае – к взрыву резервуара. Следствием взрыва может стать разлет горячей ЛВЖ и обломков резервуара на значительные расстояния, что может привести к человеческим жертвам, распространению горения в соседние группы резервуаров и за территорию объекта.

Аналогичная ситуация будет складываться при воздействии теплового потока на резервуары, расположенные в соседних группах.

Предложенные мероприятия:

- в районе размещения поточных смесительных установок установить лотки для сбора пролитого нефтепродукта в аварийную ёмкость;
- установить на каждый РВС – 1000 ГПСС – 600;

- установить на внешнюю сторону резервуара ГПСС – 600, который направить на подачу пены на поточную смесительную установку и площадь сбора пролитого нефтепродукта.

Схема установки лотков для сбора пролитого нефтепродукта в аварийную ёмкость изображена на рисунке 5.

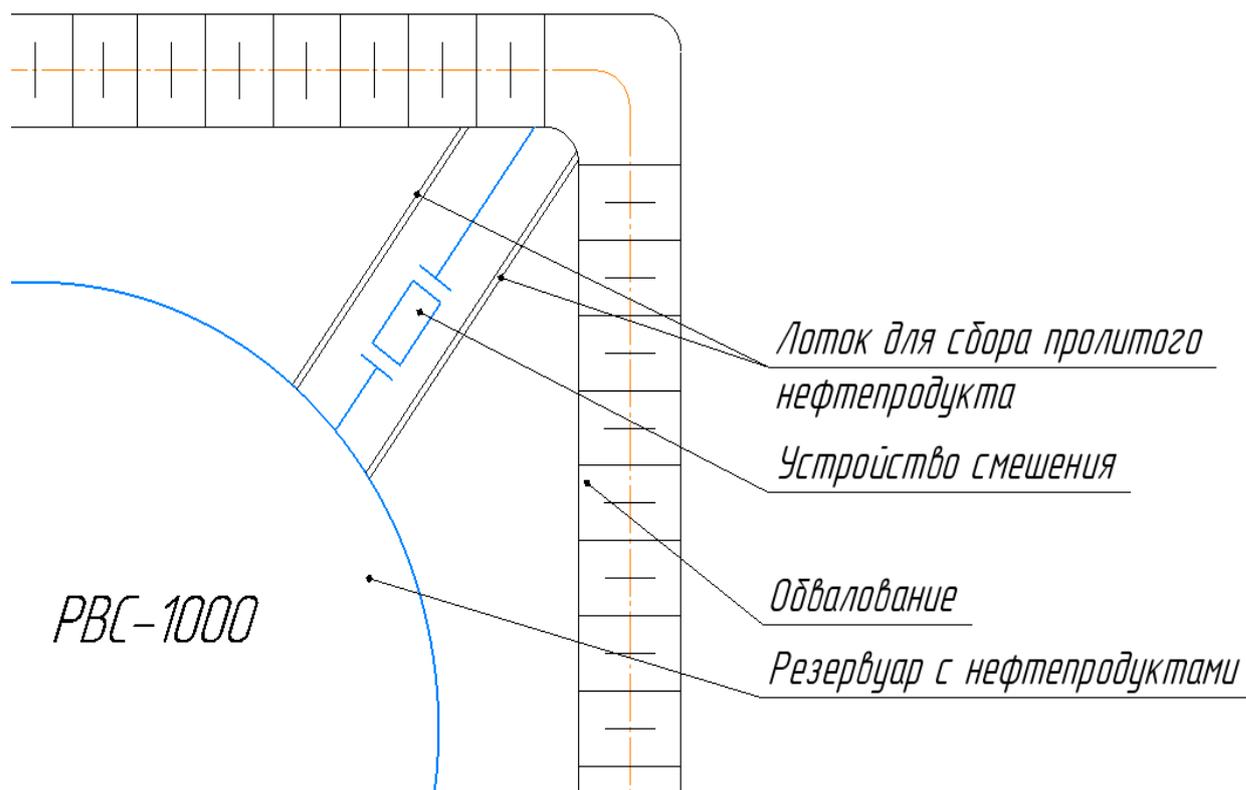


Рисунок 5 – Схема установки лотков для сбора пролитого нефтепродукта в аварийную ёмкость

Рассмотрим характеристику ГПСС-600.

«Генератор пены средней кратности стационарный (далее генератор) предназначен для применения на стационарных установках пенного пожаротушения резервуаров с нефтью и нефтепродуктами» [1].

Тактико-технические характеристики генераторов пены ГПСС-600 представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Тактико-технические характеристики генераторов пены ГПСС-600

Наименование (номинальные) показателей	Значения
Расход 4-6 % раствора пенообразователя, л/с	5-6
Давление перед распылителем, МПа	0,6-0,8
Кратность пены, не менее	70
Дальность подачи пены, м	10

Внешний вид генераторов пены ГПСС-600 представлен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Внешний вид генераторов пены ГПСС-600

Произведём расчёт количества генераторов пены ГПСС-600 на один резервуар РВС-1000.

К моменту начала эффективных действий по тушению пожара рассчитывают площадь пожара ( $S_{пож}$ ),  $m^2$ , в соответствии с выбранной схемой развития пожара площадь пожара принимается равной открытой площади зеркала РВС-1000:

$$S_{пож} = 918,6 \text{ м}^2$$

Рассчитываем требуемый расход огнетушащего вещества для тушения пожара при использовании в качестве огнетушащего вещества пены ( $Q_{мп}$ ), л/с, по формуле 9:

$$Q_{тр} = S_{пож} \times J_{тр} \quad (9)$$

где  $S_{пож}$  – площадь пожара, м<sup>2</sup>,

$J_{тр}$  – интенсивность тушения пожара, л/с×м<sup>2</sup>.

$$Q_{тр} = 918,6 \times 0,35 = 321,51 \text{ л/с}$$

Определяем количество стволов ГПСС-600 на тушение по формуле 10:

$$Q_{тр} = \frac{S_{пож} \times J_{тр}}{q_{гпс}} \quad (10)$$

где  $S_{пож}$  – площадь тушения

$J$  – интенсивность подачи огнетушащих средств

$q_{гпс}$  – расход воды ГПС-600.

$$Q_{тр} = \frac{321,51 \times 0,05}{6} = 2,68 \text{ ствола}$$

Соответственно определяем, что для тушения одного резервуара РВС-1000 потребуется 3 генератора пены ГПСС-600, которые будут расположены по периметру стенок РВС (рисунок 7).

Произведём расчёт количества генераторов пены ГПСС-600 на одну поточную смесительную установку.

Определяем площадь подачи пены, которая будет равна площади, которая ограничена лотками для сбора нефтепродукта.

$$S_2 = 200 \text{ м}^2$$

Определяем количество стволов ГПСС-600 по формуле 10:

$$Q_{тр} = \frac{200 \times 0,05}{6} = 1,67$$

Принимаем, что потребуется 2 генератора пены ГПСС-600 на одну поточную смесительную установку. Расположение генераторов ГПСС-600 представлено на рисунке 7.

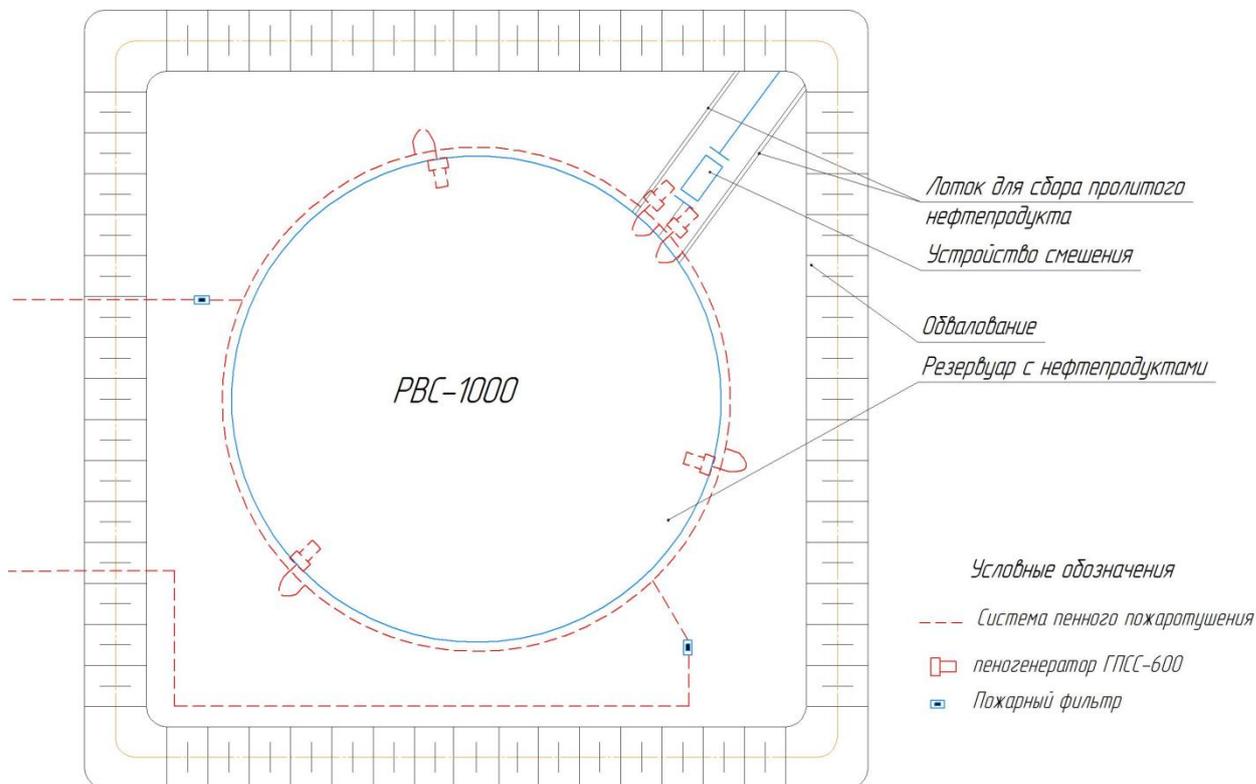


Рисунок 7 – Расположение генераторов пены ГПСС-600 на PBC-1000

Определяем необходимое количество пенообразователя на тушение по формуле 11:

$$V_{no} = N_{гпс} \times q_{гпс} \times T \times K \quad (11)$$

где  $N_{гпс}$  – количество ГПС-600;

$q_{гпс}$  – расход пенообразователя генератором ГПСС-600, л/с;

$T$  – время тушения, с.;

$K$  – коэффициент запаса огнетушащих средств.

$$V_{no} = 5 \cdot 0,36 \cdot 900 \cdot 3 = 4860 \text{ л.}$$

Соответственно определяем, что для тушения одного резервуара РВС-1000 потребуется 4860 литров пенообразователя. Для хранения такого объёма пенообразователя выбираем бак-дозатор объёмом 5 м<sup>3</sup> (рисунок 8).

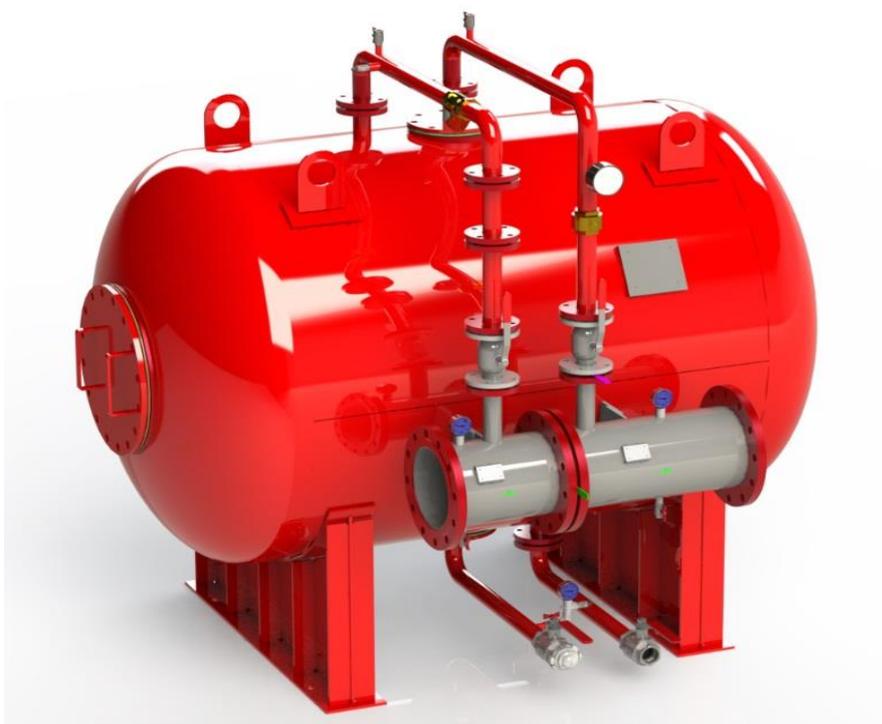


Рисунок 8 – Бак-дозатор объёмом 5 м<sup>3</sup>

Рассчитываем требуемый расход воды для тушения пожара, л/с, по формуле 12:

$$Q_{тр} = N_{гпс} \times q_{гпс} \times T \times K \quad (12)$$

где  $N_{гпс}$  – количество ГПС-600;

$q_{гпс}$  – расход воды генератором ГПС-600, л/с.

$T$  – время тушения, с.;

$K$  – коэффициент запаса огнетушащих средств.

$$Q_{тр} = S_{пож} \times J_{тр} = 5 \times 5,64 \times 900 \times 3 = 76140 \text{ л}$$

Имеющиеся на территории два пожарных водоема емкостью 280 м<sup>3</sup> и 150 м<sup>3</sup> обеспечат требуемый запас воды на нужды пожаротушения.

Выводы по 3 разделу.

В разделе проводилась разработка методов и способов повышения уровня пожарной безопасности технологического процесса хранения легковоспламеняющихся жидкостей на территории НПЗ «Восток-Ойл».

Предложенная система пенотушения резервуаров РВС-1000 с установкой по 3 ГПСС-600 для тушения пожара в резервуаре и по 2 ГПСС-600 для подачи пены на поточную смесительную установку, а также запасом пенообразователя в объеме 5 м<sup>3</sup> и воды в объеме двух пожарных водоема емкостью 280 м<sup>3</sup> и 150 м<sup>3</sup> позволят привести полученные значения риска индивидуального пожарного риска для работников НПЗ «Восток-Ойл» к  $0,42 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>, то есть – допустимым значениям, что позволит объекту соответствовать требованиям.

## 4 Охрана труда

Следует использовать систематический, прозрачный и всеобъемлющий процесс идентификации опасности, основанный на подробном и точном описании условий труда. Идентификация опасности должна учитывать все режимы работы и все ожидаемые виды деятельности [10].

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» составим реестр профессиональных рисков для рабочих мест производственного подразделения, и проведём идентификацию опасностей, которые могут возникнуть при выполнении технологических операций на рассматриваемом объекте [8].

После сопоставления результатов обследования с перечнем (классификатором) опасностей составляется перечень идентифицированных опасностей и оцененных рисков на рабочем месте (профессии, должности).

Реестр опасностей (классификатор) на рабочем месте сливщика-разливщика сливной эстакады представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Реестр опасностей (классификатор) на рабочем месте сливщика-разливщика

Опасность	ID	Опасное событие
Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов	2.1	Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ
Скользкие, обледенелые, зажиренные, мокрые опорные поверхности	3.1	Падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам
Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.2	Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности

Продолжение таблицы 9

Опасность	ID	Опасное событие
Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.4	Падение из-за внезапного появления на пути следования большого перепада высот
Транспортное средство, в том числе погрузчик	7.1	Наезд транспорта на человека
Подвижные части машин и механизмов	8.1	Удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования
Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвесями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
Контакт с высокоопасными веществами	9.4	Отравления при вдыхании и попадании на кожу высокоопасных веществ
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	12.3	Повреждение органов дыхания вследствие воздействия воздушных взвесей вредных химических веществ

Реестр опасностей на рабочем месте чистильщик резервуаров представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Реестр опасностей на рабочем месте чистильщика резервуаров

Опасность	ID	Опасное событие
Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов	2.1	Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ
Скользкие, обледенелые, за жирные, мокрые опорные поверхности	3.1	Падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам
Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.2	Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности
Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.4	Падение из-за внезапного появления на пути следования большого перепада высот

Продолжение таблицы 10

Опасность	ID	Опасное событие
Подвижные части машин и механизмов	8.1	Удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования
Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвесями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
Контакт с высокоопасными веществами	9.4	Отравления при вдыхании и попадании на кожу высокоопасных веществ
Недостаток кислорода в воздухе рабочей зоны в замкнутых технологических емкостях, из-за вытеснения его другими газами или жидкостями	11.1.	Развитие гипоксии или удушья из-за недостатка кислорода в замкнутых технологических емкостях
	11.2	Развитие гипоксии или удушья из-за вытеснения его другими газами или жидкостями
	11.4	Развитие гипоксии или удушья из-за недостатка кислорода в безвоздушных средах
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	12.3	Повреждение органов дыхания вследствие воздействия воздушных взвесей вредных химических веществ

Реестр опасностей на рабочем месте оператора установки смешения в таблице 11.

Таблица 11 – Реестр опасностей на рабочем месте оператора установки смешения

Опасность	ID	Опасное событие
Скользкие, обледенелые, зажиренные, мокрые опорные поверхности	3.1	Падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам
Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.2	Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности
Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвесями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
Недостаток кислорода в воздухе рабочей зоны в замкнутых технологических емкостях, из-за вытеснения его другими газами или жидкостями	11.2	Развитие гипоксии или удушья из-за вытеснения его другими газами или жидкостями

Продолжение таблицы 11

Опасность	ID	Опасное событие
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	12.4	Повреждение органов дыхания вследствие воздействия воздушных взвесей, содержащих смазочные масла
	12.5	Воздействие на органы дыхания воздушных взвесей, содержащих чистящие и обезжиривающие вещества

Проведение систематического и всеобъемлющего процесса идентификации опасностей и оценки рисков поможет работодателю управлять своим предприятием таким образом, чтобы свести к минимуму риски для работников. Именно в процессе оценки рисков разрабатывается полный объем и уровень контроля, необходимый для предотвращения случаев производственного травматизма или приобретения профзаболевания.

Методика проведения оценки профессиональных рисков является рекомендованной, так что необходимо самостоятельно определить и утвердить ее [8].

Оценка вероятности представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Оценка вероятности

Степень вероятности	Характеристика	Коэффициент, А
1	Весьма маловероятно Практически исключено. Зависит от следования инструкции. Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки.	1
2	Маловероятно Сложно представить, однако может произойти. Зависит от следования инструкции. Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки.	2
3	Возможно Иногда может произойти. Зависит от обучения (квалификации). Одна ошибка может стать причиной аварии/инцидента/несчастного случая.	3

Продолжение таблицы 12

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
4	Вероятно	Зависит от случая, высокая степень возможности реализации. Часто слышим о подобных фактах. Периодически наблюдаемое событие.	4
5	Весьма вероятно	Обязательно произойдет. Практически несомненно. Регулярно наблюдаемое событие.	5

Оценка степени тяжести последствий представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Оценка степени тяжести последствий

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

Работодателю необходимо сформировать комиссию из разных специалистов (например: специалистов по охране труда, пожарной безопасности, промышленной безопасности, специалистов по отдельным технологическим процессам), которые знакомы с методологией оценки

рисков.

Не существует единого окончательного метода идентификации опасности. Используемые методы зависят от цели анализа опасности и имеющейся на данный момент информации.

Количественная оценка риска рассчитывается по формуле 13.

$$R=A \cdot U, \quad (13)$$

где А – коэффициент вероятности,

U – коэффициент тяжести последствий.

Оценка значимости рисков представлена в таблице 14.

Таблица 14 – Оценка значимости рисков

Интервал значений риска	1<R<8	9<R<17	18<R<25
Значимость риска	Низкий (незначительный)	Средний	Высокий

По результатам количественной оценки риска составим матрицу профессиональных рисков, которая представлена в таблице 15.

Таблица 15 – Матрица рисков

Риск			Вероятность				
			1	2	3	4	5
			Весьма маловероятно	Маловероятно	Возможно	Вероятно	Весьма вероятно
Тяжесть	1	Приемлемая	1	2	3	4	5
	2	Незначительная	2	4	6	8	10
	3	Значительная	3	6	9	12	15
	4	Крупная	4	8	12	16	20
	5	Катастрофическая	5	10	15	20	25

По результатам проведенной идентификации на каждом рабочем месте

заполняется карта оценки рисков в соответствии Приказом Минтруда России от 28.12.2021 № 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков».

Карта оценки рисков на рабочем месте сливщик-разливщик представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Карта оценки рисков на рабочем месте сливщик-разливщик на эстакаде

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Сливщик-разливщик	2	2.1	Вероятно	4	Незначительная	2	8	Низкий
	3	3.1	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний
		3.2	Возможно	3	Крупная	4	12	Средний
		3.4	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	7	7.1	Возможно	3	Крупная	4	12	Средний
	8	8.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	9	9.1	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
		9.4	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	12	12.3	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний

Карта оценки рисков на рабочем месте чистильщик резервуаров представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Карта оценки рисков на рабочем месте чистильщик резервуаров

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Чистильщик резервуаров	2	2.1	Вероятно	4	Крупная	4	16	Средний
	3	3.1	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний
		3.2	Вероятно	4	Катастрофическая	5	20	Высокий
		3.4	Вероятно	4	Значительная	3	9	Средний
	8	8.1	Вероятно	3	Значительная	3	9	Средний
	9	9.1	Вероятно	4	Катастрофическая	5	20	Высокий

Продолжение таблицы 17

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
-	11	9.4	Вероятно	4	Катастрофическая	5	20	Высокий
		11.1	Возможно	3	Катастрофическая	5	15	Средний
		11.2	Возможно	3	Катастрофическая	5	15	Средний
		11.4	Вероятно	4	Катастрофическая	5	20	Высокий
	12	12.3	Возможно	3	Катастрофическая	5	15	Средний

Карта оценки рисков на рабочем месте оператора установки смешения представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Карта оценки рисков на рабочем месте оператора установки смешения

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Оператор установки и смешения	3	3.1	Возможно	3	Незначительная	2	6	Низкий
		3.2	Возможно	3	Незначительная	2	6	Низкий
	9	9.1	Возможно	3	Катастрофическая	5	15	Средний
	11	11.2	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	12	12.4	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
		12.5	Возможно	3	Катастрофическая	3	9	Средний

Рабочие места выбираются таким образом, чтобы получить максимально достоверное представление об опасностях, существующих на данном рабочем месте.

После завершения процедуры оценки уровней профессиональных рисков в организации необходимо вести постоянную работу по контролю уровней рисков, установленных по результатам внедрения защитных мер [8].

Оценка производственных рисков на рабочих местах НПЗ «Восток-Ойл»

и меры управления рисками представлена в таблице 19.

Таблица 19 – Оценка производственных рисков на рабочих местах НПЗ «Восток-Ойл» и меры управления рисками

Опасность	Выполняемая работа	Источник опасности	Меры управления риском
Опасность падения из-за потери равновесия при поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам	Подъём на эстакаду	Скользкие поверхности эстакады	Использование противоскользящих покрытий на ступенях и площадках
Опасность падения с высоты		Высота площадок эстакады	Применение ограждающих конструкций и знаков предупреждения об опасной зоне
Опасность наезда на человека	Работы в непосредственной близости от автоцистерны	Транспортное средство	Применение агитации на месте работы по правилам нахождения работника при начале движения транспорта, применение зеркал для «слепых зон» водителя
Опасность поражения легких от вдыхания вредных паров или газов	Работы по приёму и отпуску нефтепродуктов	Токсическое действие нефтепродуктов	Применение СИЗ
Опасность химического ожога роговицы глаза из-за попадания опасных веществ в глаза			
Опасность падения из-за потери равновесия при спотыкании	Работы по отпуску нефтепродуктов	Неровности поверхностей рабочего места	Убрать неровности

Необходимо использовать превентивные меры управления профессиональными рисками (наблюдение за состоянием здоровья работника, осведомление и консультирование об опасностях и профессиональных рисках на рабочих местах, инструктирование и обучение по вопросам системы управления профессиональными рисками и др.).

После завершения процедуры оценки уровней профессиональных рисков в организации необходимо вести постоянную работу по контролю уровней рисков, установленных по результатам внедрения защитных мер.

Вывод по 4 разделу.

В разделе составлен реестр профессиональных рисков для рабочих мест и произведена оценка производственных рисков на рабочих местах НПЗ «Восток-Ойл».

По результатам оценки производственных рисков на рабочих местах сливщика-разливщика сливной эстакады НПЗ «Восток-Ойл», чистильщика резервуаров и оператора установки смешения разработаны мероприятия по снижению рисков.

Работодателю всегда нужно привлекать в комиссию по оценке рисков специалистов, знающих технологический процесс на рабочих местах с ранее выявленным высоким риском.

## 5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Проведём оценку антропогенной нагрузки НПЗ «Восток-Ойл» и технологического процесса товарного производства нефтепродуктов на окружающую среду (таблица 20).

Таблица 20 – Антропогенная нагрузка на окружающую среду

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух (выбросы, перечислить виды выбросов)	Воздействие на водные объекты (сбросы, перечислить виды сбросов)	Отходы (перечислить виды отходов)
ООО «Восток-Ойл»	НПЗ	Газообразные	Производственные сточные воды	Органические, коммунальные
Количество в год		0,0068 т	1000 м <sup>3</sup>	45,65 т

НПЗ «Восток-Ойл» воздействует на окружающую среду при образовании отходов. Перечень отходов и их класс опасности представлен в таблице 21.

Таблица 21 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный год 2022 [7]

Наименование вида отходов	Код по ФККО	Класс опасности	Наименование технологического процесса, в результате которого образуются отходы	Ежегодное образование отходов, тонн в год
Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства [11]	47110101521	1	Образуется при замене отработанных ламп	0,0044
Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов 15 % и более) [11]	91920401603	3	Образуется при обслуживании оборудования	0,6543

Продолжение таблицы 21

Наименование вида отходов	Код по ФККО	Класс опасности	Наименование технологического процесса, в результате которого образуются отходы	Ежегодное образование отходов, тонн в год
Обувь кожаная рабочая, утратившая потребительские свойства [11]	40310100524	4	Образуется при списании изношенной спецобуви	0,042
Спецодежда из натуральных, синтетических, искусственных и шерстяных волокон, загрязненная нефтепродуктами (содержание нефтепродуктов менее 15%) [11]	40231201624	4	Образуется при списании изношенной спецодежды	0,193
Мусор и смет производственных помещений малоопасный [11]	73321001724	4	Образуется при уборке территории предприятия	11,95
Отходы минеральных масел моторных [11]	40611001313	3	Образуется при замене отработанного масла	0,75
Отходы минеральных масел трансмиссионных [11]	40615001313	3	Образуется при замене отработанного масла	0,75
Остатки дизельного топлива, утратившего потребительские свойства [11]	40691001103	3	Образуется при замене промывочных жидкостей (дизтопливо) в ваннах очистки деталей.	0,124
Песок, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15 %) [11]	91920102394	4	Образуется при ликвидации разлива нефтепродуктов от автотранспортных средств	0,54
Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный [11])	73310001724	4	Образуется в результате жизнедеятельности работников учреждения	0,900

Сведения о применяемых на объекте технологиях и соответствие

наилучшей доступной технологии представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Сведения о применяемых на объекте технологиях [7]

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
1	Резервуары	Очистка сточных вод	Не соответствует
2	Сливная эстакада	Очистка сточных вод и выбросов загрязняющих веществ	Не соответствует

В качестве наилучшей доступной технологии на исследуемом объекте предлагается технология очистки производственных и ливневых сточных вод от нефтепродуктов. Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов, их расположение и установленные нормативы выбросов представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Источники выделения загрязняющих веществ, их расположение и установленные нормативы выбросов

Название цеха	Источники выделения ЗВ		Код и наименование вещества		Установленные нормативы
	Наименование	Колич ество, шт.			г/сек
Участок ремонта стояночного бокса для автотранспорта	Емкость с маслом минеральным, Выпрямитель сварочный	5  1	123	Железа оксид	0,00196
			143	Марганец и его соединения	0,00015
			2735	Масло минеральное	0,00011
			344	Фтореды	0,00034
			203	Хром шестивалентный	0,0001
	Пост зарядки аккумуляторов	1	322	Серная кислота	0,000019
Лаборатория в здании насосной	Шкаф вытяжной	1	302	Азотная кислота	0,0005
			316	Соляная кислота	0,000132
			322	Серная кислота	0,000027
			150	Щёлочь	0,000026
			303	Аммиак	0,000049
			1555	Уксусная кислота	0,000192
			1061	Этиловый спирт	0,00167

Продолжение таблицы 23

Название цеха	Источники выделения ЗВ		Код и наименование вещества		Установленные нормативы
	Наименование	Количество, шт.			г/сек
-	-	-	906	Углерод четыреххлористый	0,000493
			602	Бензол	0,000246
			621	Толуол	0,000081
			1401	Ацетон	0,000637
Резервуарный парк	Емкости с дизельным топливом	7	2735	Дизельное топливо	0,000032
	Емкости с бензином	5	2704	Бензин	0,000064

Воздействие НПЗ «Восток-Ойл» оказывает в местах стационарных источников выделения загрязняющих веществ.

В рамках исполнения ст. 67 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [4] и Приказа Минприроды России от 18.02.2022 № 109 «Об утверждении требований к содержанию программы производственного экологического контроля, порядка и сроков представления отчета об организации и результатах осуществления производственного экологического контроля» ежегодно проводится производственно-экологический контроль (далее – ПЭК) согласно программе.

а также в целях соответствия процедурам системы менеджмента предприятием ежегодно проводится производственно-экологический контроль (далее – ПЭК) согласно программе [9].

Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух представлены в таблице 24.

Результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов представлены в таблице 25.

Результаты производственного контроля в области обращения с отходами представлены в таблице 26.

Таблица 24 – Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Источник		Наименование загрязняющего вещества	Предельно допустимый выброс или временно согласованный выброс, г/с	Фактический выброс, г/с	Превышение предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса в раз (гр. 8 / гр. 7)	Дата отбора проб	Общее количество случаев превышения предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса	Примечание
номер	наименование	номер	наименование							
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Участок ремонта	1	Емкость с маслом минеральным, Выпрямитель сварочный	Железа оксид	0,002	0,00196	-	30.05.2022	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
				Марганец и его соединения	0,0002	0,00015	-	30.05.2022	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
				Масло минеральное	0,0002	0,00011	-	30.05.2022	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
				Фтореды	0,0004	0,00034	-	30.05.2022	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
				хром шестивалентный	0,0002	0,0001	-	30.05.2022	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
2	Аккумуляторный участок	2	Пост зарядки аккумуляторов	Серная кислота	0,00002	0,000019	-	30.05.2022	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет

Продолжение таблицы 24

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Источник		Наименование загрязняющего вещества	Предельно допустимый выброс или временно согласованный выброс, г/с	Фактический выброс, г/с	Превышение предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса в раз (гр. 8 / гр. 7)	Дата отбора проб	Общее количество случаев превышения предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса	Примечание
номер	наименование	номер	наименование							
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	Лаборатория в здании насосной	3	Шкаф вытяжной	Азотная кислота	0,001	0,0005	-	30.05.2022	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
				Соляная кислота	0,0002	0,000132	-	30.05.2022	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
				Серная кислота	0,00003	0,000027	-	30.05.2022	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
				Щёлочь	0,00003	0,000026	-	30.05.2022	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
				Аммиак	0,00005	0,000049	-	30.05.2022	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
				Уксусная кислота	0,0002	0,000192	-	30.05.2022	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет

Продолжение таблицы 24

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Источник		Наименование загрязняющего вещества	Предельно допустимый выброс или временно согласованный выброс, г/с	Фактический выброс, г/с	Превышение предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса в раз	Дата отбора проб	Общее количество случаев превышения предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса	Примечание
номер	наименование	номер	наименование							
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
-	-	-	-	Этиловый спирт	0,005	0,00167	-	30.05.2022	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
				Углерод четыреххлористый	0,0005	0,000493	-	30.05.2022	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
				Бензол	0,0003	0,000246	-	30.05.2022	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
				Толуол	0,0001	0,000081	-	30.05.2022	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
				Ацетон	0,0007	0,000637	-	30.05.2022	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
4	Резервуарный парк	4	Емкости с ДТ	Дизельное топливо	0,00004	0,000032	-	30.05.2022	-	Контроль осуществляется 1 раз в 5 лет
		5	Емкости с бензином	Бензин	0,00007	0,000064	-	30.05.2022	-	-

Таблица 25 – Результаты проведения проверок работы очистных сооружений, включая результаты технологического контроля эффективности работы очистных сооружений на всех этапах и стадиях очистки сточных вод и обработки осадков

Тип очистного сооружения	Год ввода в эксплуатацию	Сведения о стадиях очистки, с указанием сооружений очистки сточных вод, в том числе дренажных, вод, относящихся к каждой стадии	Объем сброса сточных, в том числе дренажных, вод, тыс. м <sup>3</sup> /год			Наименование загрязняющего вещества или микроорганизма	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 право пользования водным объектом	фактический			проектное	допустимое, в соответствии с разрешением на сброс веществ и микроорганизмов в водные объекты	фактическое	проектная	фактическая
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Производственно-дождевая канализация	2005	1. Нефтеловушка V-100 м <sup>3</sup> . 2. Аварийный резервуар 75 м <sup>3</sup>	2000	2000	1000	Нефтепродукты	30.05.2022	0,4	0,15	0,025	-	96

Таблица 26 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчетный год 2022 г

№ст рок и	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификационн ому каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образовано отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн	Утилизирова но отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн
				хранение	накопление				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства [11]	47110101521	1	0	0	0,0044	0	0	0,0044
2	Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами [11]	91920401603	3	0	0	0,6543	0	0,6543	0
3	Обувь кожаная рабочая, утратившая потребительские свойства [11]	40310100524	4	0	0	0,042	0	0,042	0
4	Спецодежда из натуральных, синтетических, искусственных и шерстяных волокон, загрязненная нефтепродуктами (содержание нефтепродуктов менее 15%) [11]	40231201624	4	0	0	0,193	0	0,193	0
5	Мусор и смет производственных помещений малоопасный [11]	73321001724	4	0	0	11,95	0	11,95	0
6	Отходы минеральных масел моторных [11]	40611001313	3	0	0	0,75	0	0,75	0
7	Отходы минеральных масел трансмиссионных [11]	40615001313	3	0	0	0,75	0	0,75	0

Продолжение таблицы 26

№ст рок и	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификационн ому каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образовано отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн	Утилизирова но отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн
8	Остатки дизельного топлива, утратившего потребительские свойства [11]	40691001103	3	0	0	0,124	0	0,124	0
9	Песок, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15 %) [11]	91920102394	4	0	0	0,54	0	0,54	0
10	Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный [11]	73310001724	4	0	0	0,900	0	0,900	0
№строки	Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн								
	Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения			
1	0,0044	-	-	0,0044	-	-			
2	0,6543	-	0,6543	-	-	-			
3	0,042	-	0,042	-	-	-			
4	0,193	-	0,193	-	-	-			
5	11,95	-	11,95	-	-	-			
6	0,75	-	0,75	-	-	-			

Продолжение таблицы 26

№строки	Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн						
	Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения	
7	0,75	-	0,75	-	-	-	
8	0,124	-	0,124	-	-	-	
9	0,54	-	0,54	-	-	-	
10	0,900	-	0,900	-	-	-	
№строки	Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн					Наличие отходов на конец года, т	
	Всего	Хранение на собственных объектах размещения отходов, далее - ОРО	Захоронение на собственных ОРО	Хранение на сторонних ОРО	Захоронение на сторонних ОРО	Хранение	Накопление
1	0,0044	-	-	-	0,0044	0	0
2	0,6543	-	-	-	0,6543	0	0
3	0,042	-	-	-	0,042	0	0
4	0,193	-	-	-	0,193	0	0
5	11,95	-	-	-	11,95	0	0
9	0,75	-	-	-	0,75	0	0
7	0,75	-	-	-	0,75	0	0
8	0,124	-	-	-	0,124	0	0
9	0,54	-	-	-	0,54	0	0
10	0,900	-	-	-	0,900	0	0

Вывод по 5 разделу.

В разделе определена антропогенная нагрузка организации, технологического процесса на окружающую среду, определено соответствуют ли технологии на производстве наилучшим доступным, оформлены результаты производственного контроля в области охраны атмосферного воздуха, результаты производственного контроля в области охраны и использования водных объектов, результаты производственного контроля в области обращения с отходами.

Определено, что НПЗ «Восток-Ойл» в месте расположения воздействует на окружающую среду при образовании отходов, воздействие в месте расположения на атмосферу окружающей среды оказывает в местах стационарных источников выделения загрязняющих веществ, выбросы в водные объекты отсутствуют.

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

В работе проводился анализ пожарной опасности технологического процесса товарного производства нефтепродуктов на территории НПЗ «Восток-Ойл».

Большое теплоизлучение, ощущаемое приводит к деформациям технологического оборудования, нарушению целостности резервуаров, расположенных в зоне теплового излучения, потере несущих свойств строительными конструкциями.

При возникновении пожара в обваловании практически сразу станет невозможна перекачка нефтепродуктов из всех резервуаров, расположенных в группе. Последующее горение будет приводить к разогреву уцелевших резервуаров, повышению в них давления, образованию взрывоопасных концентраций паровоздушных смесей внутри резервуаров.

Предложенные мероприятия:

- установить на каждый РВС–1000 по три ГПСС – 600;
- установить бак-дозатор объёмом 3 м<sup>3</sup> для хранения и подачи пенообразователя в систему пенного тушения.

План реализации мероприятий по обеспечению техносферной безопасности представлен в таблице 27.

Таблица 27 – План реализации мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Мероприятия	Срок исполнения
Проектирование системы пенного пожаротушения на основе пеногенераторов ГПСС-600	2023 год
Монтаж системы пенного пожаротушения на основе пеногенераторов ГПСС-600	2023 год
Пуско-наладочные работы	2023 год

Предложенные мероприятия позволят привести полученные значения пожарного риска к допустимым значениям, что позволит объекту соответствовать требованиям.

Расчёт ожидаемых потерь НПЗ «Восток-Ойл» от пожаров будет производиться по двум вариантам:

- на РВС-1000 отсутствует система пожаротушения;
- на каждый РВС–1000 установлено по три ГПСС-600 в составе системы пенного пожаротушения.

Данные для расчёта ожидаемых потерь представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Данные для расчёта ожидаемых потерь

Показатель	Измерение	Обоз.	1 вариант	2 вариант
«Площадь объекта» [2]	м <sup>2</sup>	F	3456	
«Стоимость поврежденного технологического оборудования и оборотных фондов» [2]	руб./м <sup>2</sup>	C <sub>т</sub>	50000	55000
Стоимость поврежденных частей здания	руб/м <sup>2</sup>	C <sub>к</sub>	10000	
«Площадь пожара при отказе всех средств пожаротушения» [2]	м <sup>2</sup>	F'' <sub>пож</sub>	3456	3456
«Площадь пожара при тушении средствами автоматического пожаротушения» [2]	м <sup>2</sup>	F* <sub>пож</sub>	-	100
«Вероятность возникновения пожара» [2]	1/м <sup>2</sup> в год	J	5·10 <sup>-5</sup>	
«Площадь пожара на время тушения первичными средствами» [2]	м <sup>2</sup>	F <sub>пож</sub>	4	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [2]	-	p <sub>1</sub>	0,79	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами» [2]	-	p <sub>2</sub>	0,95	
«Вероятность тушения средствами автоматического пожаротушения» [2]	-	p <sub>3</sub>	0,86	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [2]	-	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [2]	-	к	1,63	
«Линейная скорость распространения горения по поверхности» [2]	м/мин	V <sub>л</sub>	1,5	
«Время свободного горения» [2]	мин	B <sub>св</sub>	12	5
«Норма текущего ремонта» [2]	%	H <sub>т.р.</sub>	-	5
«Норма амортизационных отчислений» [2]	%	H <sub>а</sub>	-	10
Заработная плата 1 работника	руб/мес	ЗПЛ	0	36000
«Период реализации мероприятия» [2]	лет	T	10	

Рассчитаем площадь пожара при тушении привозными средствами по формуле 13:

$$F'_{\text{пож}} = \pi \times (v_{\text{л}} \cdot B_{\text{св}})^2, \text{ м}^2, \quad (13)$$

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

$B_{\text{св}}$  – время свободного горения, мин.» [2]

$$F1_{\text{пож}} = 3,14 \times (1,5 \times 12)^2 = 1017 \text{ м}^2,$$

$$F2_{\text{пож}} = 3,14 \times (1,5 \times 5)^2 = 176,6 \text{ м}^2,$$

Произведём расчёт ожидаемых потерь от пожаров по формуле 14.

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4), \quad (14)$$

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

$M(\Pi_2)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров, ликвидированных подразделениями пожарной охраны;

$M(\Pi_3)$  – математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [2]:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot C_{\text{T}} \cdot F_{\text{пож}}^* \cdot (1+k) \cdot p_1; \quad (15)$$

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

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

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

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

$p_1$  – вероятность тушения пожара первичными средствами;

$k$  – коэффициент, учитывающий косвенные потери» [2].

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0.52 \cdot (1+k) \cdot [1-p_1 - (1-p_1) \times p_3] / p_2 \quad (16)$$

«где  $p_2$  – вероятность тушения пожара привозными средствами;

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

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

[2].

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1+k) \cdot [1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_2] \quad (10)$$

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

м<sup>2</sup>.

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1+k) \cdot \{1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_3 - [1-p_1 - (1-p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} \quad (17)$$

Для первого варианта:

$$M(\Pi_1) = 5 \times 10^{-5} \times 3456 \times 50000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,79 = 71805,31 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 5 \times 10^{-5} \times 3456 \times (50000 \times 1017 + 10000) \times 0,52 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,95 = \\ = 2397850,41 \text{ руб./год.}$$

$$M(\Pi_3) = 5 \times 10^{-5} \times 3456 \times (50000 \times 3456 + 10000) \times (1+1,63) \times \\ \times [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,95] = 2670221,41 \text{ руб./год.}$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 5 \times 10^{-5} \times 3456 \times 55000 \times 4 \times (1+1,63) \times 0,79 = 78985,84 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_2) = 5 \times 10^{-5} \times 3456 \times 55000 \times 100 \times (1+1,63) \times (1-0,79) \times 0,86 = \\ = 451419,09 \text{ руб./год};$$

$$M(\Pi_3) = 5 \times 10^{-5} \times 3456 \times (55000 \times 176,6 + 10000) \times (1+1,63) \times [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86] \times \\ \times 0,95 = 117538,84 \text{ руб./год.}$$

$$M(\Pi_4) = 5 \times 10^{-5} \times 3456 \times (55000 \times 3456 + 10000) \times (1+1,63) \times \{1-0,79 - (1-0,79) \times \\ \times 0,86 - [1-0,79 - (1-0,79) \times 0,86] \times 0,95\} = 126991,92 \text{ руб./год.}$$

Общие ожидаемые потери НПЗ «Восток-Ойл» от пожаров составят:

- если на РВС-1000 отсутствует система пожаротушения:

$$M(\Pi)_1 = 71805,31 + 2397850,41 + 2670221,41 = 5139877,13 \text{ руб./год};$$

- если на каждый РВС–1000 установлено по три ГПСС-600 в составе системы пенного пожаротушения:

$$M(\Pi)_2 = 78985,84 + 451419,09 + 117538,84 + 126991,92 = 774935,69 \text{ руб./год}.$$

Стоимость монтажа система пенного пожаротушения представлена в таблице 29.

Таблица 29 – Стоимость монтажа система пенного пожаротушения

Виды работ	Стоимость, руб.
Проектирование системы пенного пожаротушения на основе пеногенераторов ГПСС-600	100000
Монтаж системы пенного пожаротушения на основе пеногенераторов ГПСС-600	1700000
Стоимость оборудования	8000000
Пуско-наладочные работы	200000
Итого:	10000000

Рассчитаем эксплуатационные расходы на содержание системы пенного пожаротушения по формуле 18:

$$P = A + C \quad (18)$$

где А – «затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения, руб./год;

С – текущие затраты указанных систем (зарплата обслуживающего персонала, текущий ремонт), руб./год» [2].

$$P=1000000+932000=1932000 \text{ руб.}$$

Текущие затраты рассчитаем по формуле 19:

$$C_2 = C_{m.p.} + C_{c.o.n.} \quad (19)$$

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

$C_{с.о.п.}$  – затраты на оплату труда обслуживающего персонала» [2].

$$C_2 = 500000 + 432000 = 932000 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт рассчитывается по формуле 20:

$$C_{m.p.} = \frac{K_2 \cdot H_{m.p.}}{100\%} \quad (20)$$

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

$H_{т.р.}$  – норма текущего ремонта, %» [2].

$$C_{m.p.} = \frac{10000000 \times 5}{100} = 500000 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала рассчитывается по формуле 21:

$$C_{c.o.n.} = 12 \times Ч \times ЗПЛ \quad (21)$$

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

$ЗПЛ$  – заработная плата 1 работника, руб./мес» [2].

$$C_{с.о.п.} = 12 \times 1 \times 36000 = 432000 \text{ руб.}$$

Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения рассчитываются по формуле 22:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (22)$$

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

$H_a$  – норма амортизации, %» [2].

$$A = \frac{10000000 \times 10}{100} = 1000000 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от монтажа системы пенного пожаротушения на основе пеногенераторов ГПСС-600 на каждый резервуар РВС-1000 НПЗ «Восток-Ойл» составит:

$$И = \sum_{t=0}^T ([M(\Pi_1) - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+НД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (23)$$

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

$t$  – год осуществления затрат;

$НД$  – 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;

$K_1$ ,  $K_2$  – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

$P_1$ ,  $P_2$  – эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в  $t$ -м году, руб./год» [2].

Расчёт денежных потоков от монтажа системы пенного пожаротушения на основе пеногенераторов ГПСС-600 на каждый резервуар РВС-1000 НПЗ «Восток-Ойл» представлен в таблице 30.

Таблица 30 – Расчёт денежных потоков

Год осуществления проекта	М(П1)- М(П2)	P <sub>2</sub> -P <sub>1</sub>	1/ (1+НД) <sup>t</sup>	[М(П1)-М(П2)- (C <sub>2</sub> -C <sub>1</sub> )]* 1/(1+НД) <sup>t</sup>	K <sub>2</sub> -K <sub>1</sub>	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта)
1	4364941,44	1932000	0,91	2213976,71	10000000	-7786023,29
2	4364941,44	1932000	0,83	2019341,40	-	2019341,40
3	4364941,44	1932000	0,75	1824706,08	-	1824706,08
4	4364941,44	1932000	0,68	1654400,18	-	1654400,18
5	4364941,44	1932000	0,62	1508423,69	-	1508423,69
6	4364941,44	1932000	0,56	1362447,21	-	1362447,21
7	4364941,44	1932000	0,51	1240800,13	-	1240800,13
8	4364941,44	1932000	0,47	1143482,48	-	1143482,48
9	4364941,44	1932000	0,42	1021835,40	-	1021835,40
10	4364941,44	1932000	0,39	948847,16	-	948847,16

Интегральный экономический эффект от монтажа системы пенного пожаротушения на основе пеногенераторов ГПСС-600 на каждый резервуар РВС-1000 НПЗ «Восток-Ойл» за десять лет составит 4938260,44 рублей.

Вывод по разделу 6.

В разделе разработан план монтажа системы пенного пожаротушения на основе пеногенераторов ГПСС-600 на каждый резервуар РВС-1000 НПЗ «Восток-Ойл» и рассчитан экономический эффект от его реализации.

Интегральный экономический эффект от монтажа системы пенного пожаротушения на основе пеногенераторов ГПСС-600 на каждый резервуар РВС-1000 НПЗ «Восток-Ойл» за десять лет составит 4938260,44 рублей.

## Заключение

В первом разделе представлена характеристика объекта защиты проводился анализ нормативных требований пожарной безопасности на объекте.

Объект исследования – НПЗ «Восток-Ойл». На территории НПЗ осуществляется товарное производство нефтепродуктов (дизельное топливо и бензины) с заданными показателями качества путём смешения светлых нефтепродуктов и различных присадок. Товарное производство осуществляется при помощи поточных смесительных установок при перекачке нефтепродукта из резервуара с базового нефтепродуктом в резервуар с товарным нефтепродуктом, при этом в гидродинамических смесителях в нефтепродукт добавляются соответствующие компоненты присадок или красители.

Определено, что согласно требований пожарной безопасности, установленных Федеральным законом № 123-ФЗ пожарная безопасность НПЗ «Восток-Ойл» считается обеспеченной, если:

- по результатам расчёта пожарного риска на объектах НПЗ «Восток-Ойл» индивидуальный пожарный риск не будет превышать одной миллионной в год;
- при выполнении в полном объеме требований пожарной безопасности, установленных Федеральным законом № 123-ФЗ и нормативными документами по пожарной безопасности.

Предлагается произвести расчёт индивидуального пожарного риска для работников НПЗ «Восток-Ойл».

Во втором разделе проводился анализ пожарной опасности технологического процесса товарного производства нефтепродуктов на территории НПЗ.

Пожары на объектах хранения легковоспламеняющихся жидкостей развиваются очень быстро, для их тушения требуется сосредоточение

значительных сил и средств, оперативные и умелые действия персонала объекта, подразделений пожарной охраны. Нередко до возникновения пожара образуются значительные площади разливов жидкости и газопаровоздушные облака. При их воспламенении в зону пожара попадают здания и сооружения, расположенные на территории НПЗ, технологическое оборудование и аппараты на большей площади.

Быстрое растекание горючих жидкостей, высокая температура горения (1300 град, и более), большое теплоизлучение, ощущаемое на расстоянии 50-80 м, приводит к деформациям технологического оборудования, нарушению целостности резервуаров, расположенных в зоне теплового излучения, потере несущих свойств строительными конструкциями.

На территории НПЗ могут быть реализованы следующие сценарии аварий:

- утечки нефтепродуктов из трубопроводов, резервуаров, насосного оборудования;
- аварийные разливы нефтепродуктов с последующим горением и/или взрывом;
- аварийные разливы нефтепродуктов при сливе (наливе) из автомобильных (железнодорожных) цистерн;
- утечка нефтепродуктов при аварийном разрушении резервуаров (цистерн).

Аварийные разливы могут происходить как в зоне слива-налива нефтепродуктов, так и на территории резервуарного парка нефтепродуктов.

Причинами подобного разрушения резервуара могут стать природное стихийное бедствие (удар молнии), катастрофа, или целенаправленный диверсионный акт. При этом разрушение резервуара, скорее всего, будет сопровождаться пожаром и/или взрывом, поэтому при разрушении одного резервуара высока вероятность возгорания нефтепродуктов в соседних резервуарах.

Для повышения пожарной безопасности технологического процесса (снизить вероятность пожара) необходимо:

- не допустить мгновенного воспламенения пролитых нефтепродуктов, для этого требуется в месте расположения поточных смесительных установок установить генераторы подачи пены для изоляции пролитого нефтепродукта от источников зажигания и кислорода воздуха;
- не допустить мгновенного воспламенения пролитых нефтепродуктов, для этого требуется в месте расположения поточных смесительных установок установить лотки для сбора пролитого нефтепродукта в аварийную ёмкость.

Предложенные мероприятия позволят привести полученные значения риска к допустимым значениям, что позволит объекту соответствовать требованиям.

В третьем разделе проводилась разработка методов и способов повышения уровня пожарной безопасности технологического процесса хранения легковоспламеняющихся жидкостей на территории НПЗ «Восток-Ойл».

Предложенная система пенотушения резервуаров РВС-1000 с установкой по 3 ГПСС-600 для тушения пожара в резервуаре и по 2 ГПСС-600 для подачи пены на поточную смесительную установку, а также запасом пенообразователя в объёме  $5 \text{ м}^3$  и воды в объёме двух пожарных водоема емкостью  $280 \text{ м}^3$  и  $150 \text{ м}^3$  позволят привести полученные значения риска индивидуального пожарного риска для работников НПЗ «Восток-Ойл» к  $0,42 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ , то есть – допустимым значениям, что позволит объекту соответствовать требованиям.

В четвёртом разделе составлен реестр профессиональных рисков для рабочих мест и произведена оценка производственных рисков на рабочих местах НПЗ «Восток-Ойл».

По результатам оценки производственных рисков на рабочих местах сливщика-разливщика сливной эстакады НПЗ «Восток-Ойл», чистильщика резервуаров и оператора установки смешения разработаны мероприятия по снижению рисков.

Работодателю всегда нужно привлекать в комиссию по оценки рисков специалистов, знающих технологический процесс на рабочих местах с ранее выявленным высоким риском.

В пятом разделе определено, что НПЗ «Восток-Ойл» в месте расположения воздействует на окружающую среду при образовании отходов, воздействие в месте расположения ГСМ на атмосферу окружающей среды оказывает в местах стационарных источников выделения загрязняющих веществ, выбросы в водные объекты отсутствуют.

В шестом разделе разработан план монтажа системы пенного пожаротушения на основе пеногенераторов ГПСС-600 на каждый резервуар РВС-1000 НПЗ «Восток-Ойл» и рассчитан экономический эффект от его реализации.

Интегральный экономический эффект от монтажа системы пенного пожаротушения на основе пеногенераторов ГПСС-600 на каждый резервуар РВС-1000 НПЗ «Восток-Ойл» за десять лет составит 4938260,44 рублей.

Все задачи решены, цель работы достигнута.

## Список используемых источников

1. Генератор пены средней кратности стационарный [Электронный ресурс]. URL: [https://www.nfcom.ru/sites/default/files/documentation/pasport\\_gpss-2000\\_baltika.pdf?ysclid=lewculexv7650403593](https://www.nfcom.ru/sites/default/files/documentation/pasport_gpss-2000_baltika.pdf?ysclid=lewculexv7650403593) (дата обращения: 20.02.2023).
2. Методика и примеры технико-экономического обоснования противопожарных мероприятий к СНиП 21-01-97\* [Электронный ресурс] : МДС 21-3.2001. URL: [http://pozhprouekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3\\_2001.htm](http://pozhprouekt.ru/nsis/Rd/Mds/21-3_2001.htm) (дата обращения: 10.03.2023).
3. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 17.01.2023).
4. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Постановление правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_363263](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263) (дата обращения: 17.01.2023).
5. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах [Электронный ресурс] : Приказ МЧС РФ от 10 июля 2009 г. № 404. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=141404&ysclid=1ewcrd7gqf130327182> (дата обращения: 22.02.2023).
6. Об утверждении форм проверочных листов (списков контрольных вопросов, ответы на которые свидетельствуют о соблюдении или несоблюдении контролируемым лицом обязательных требований), применяемых должностными лицами органов государственного пожарного надзора МЧС России при осуществлении федерального государственного пожарного надзора [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 9 февраля 2022 года № 78. URL:

<https://docs.cntd.ru/document/728305630?marker=7DK0K9> (дата обращения: 22.01.2023).

7. Об утверждении формы отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля [Электронный ресурс] : Приказ Минприроды России от 14.06.2018 № 261 (ред. от 23.06.2020). URL:

<https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=377676&ysclid=1dsbgkkxui183890770> (дата обращения: 18.01.2023).

8. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н. URL:

<https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=409457&ysclid=1d8jp94kat939272210> (дата обращения: 18.01.2023).

9. 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: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=411523&ysclid=1d8jqdwcm8100411018> (дата обращения: 17.01.2023).

10. Об утверждении Рекомендаций по классификации, обнаружению, распознаванию и описанию опасностей [Электронный ресурс] : Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 31.01.2022 № 36. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=414162&ysclid=1d8mh9t1uh805514136> (дата обращения: 02.01.2023).

11. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22 мая 2017 г. № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 16.01.2023).

12. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон № 69-ФЗ от 21.12.94. URL:

<https://docs.cntd.ru/document/9028718?ysclid=l88xyvgfe7534072134> (дата обращения: 12.02.2023).

13. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]: СП 12.13130.2009 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 17.01.2023).

14. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 7.13130.2013. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200098833?ysclid=lwec0hc1ur492221039> (дата обращения: 19.01.2023).

15. Рекомендации по обеспечению пожарной безопасности объектов нефтепродуктообеспечения, расположенных на селитебной территории / Всерос. науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны. Москва : ВНИИПО, 1997. 50 с.

16. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 3.13130.2009. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/675> (дата обращения: 07.02.2023).

17. Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 6.13130.2021. URL: <https://docs.cntd.ru/document/603668016> (дата обращения: 05.02.2023).

18. Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение [Электронный ресурс] : СП 8.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565391175> (дата обращения: 10.01.2023).

19. Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод [Электронный ресурс] : СП 10.13130.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249684?marker=7D20K3> (дата обращения: 11.01.2023).

20. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 484.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566249686> (дата обращения: 17.01.2023).

21. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : СП 485.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573004280?ysclid=l6kc9vem4v317416032> (дата обращения: 18.01.2023).

22. Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] : СП 486.1311500.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566348486> (дата обращения: 10.01.2023).

23. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]: СП 155.13130.2014. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200108948> (дата обращения: 18.01.2023).

24. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 19.01.2023).

25. Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации [Электронный ресурс] : СП 9.13130.2009. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071153> (дата обращения: 11.01.2023).

26. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 21.12.2022).

27. Хасанов И.Ю., Шефер А.Г., Ильясов У.Р., Мугафаров М.Ф., Мухаметшин С.М. К вопросу смешения углеводородного конденсата с товарной нефтью (постановка задачи) // Экспозиция Нефть Газ. 2012. №3 (21).

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-smesheniya-uglevodorodnogo-kondensata-s-tovarnoy-neftyu-postanovka-zadachi> (дата обращения: 14.06.2023).