

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)

Безопасность технологических процессов и производств
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Организация мероприятий по обеспечению промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта. Практика применения. Рекомендации по улучшению процесса

Студент	<u>Т.А. Баландина</u> <small>(И.О. Фамилия)</small>	<u>_____</u> <small>(личная подпись)</small>
Руководитель	<u>к.т.н., доцент И.А. Сумарченкова</u> <small>(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)</small>	
Консультант	<u>к.э.н., доцент Т.Ю. Фрезе</u> <small>(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)</small>	

Тольятти 2021

Аннотация

77 с., 7 р., 6 рис., 10 табл., 20 источников, 3 приложения.

Целью исследования является анализ мероприятий по обеспечению промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта, а также выработка рекомендаций по совершенствованию данного процесса.

В работе дана характеристика производственного объекта, проведен анализ мероприятий по обеспечению промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта, предложено повышение эффективности мероприятий по обеспечению промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта, составлена процедура по охране труда, проведена оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду, проанализированы способы защиты в чрезвычайных и аварийных ситуациях.

В бакалаврской работе предлагается к применению способ для контроля доступа к потенциально опасному оборудованию согласно патенту № 2718414.

Техническим результатом заявленного способа является повышение показателей оперативности и достоверности мониторинга состояния опасных производственных объектов предприятия.

Содержание

Введение.....	5
1 Характеристика опасного производственного объекта.....	7
2 Анализ мероприятий по обеспечению промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта (ОПО).....	12
2.1 Характеристика технических устройств, вводимых в эксплуатацию на ОПО.....	12
2.2 Анализ требований промышленной безопасности к установке, размещению, монтажу, наладке, обвязке оборудования ОПО.....	29
2.3 Контроль сварных соединений стальных металлоконструкций...	35
2.4 Испытание оборудования для проверки прочности.....	37
2.5 Порядок ввода в эксплуатацию ОПО и учет оборудования.....	39
3 Повышение эффективности мероприятий по обеспечению промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта.....	41
4 Охрана труда.....	47
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	54
6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	57
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	61
Заключение.....	73
Список используемой литературы.....	75
Приложение А План мероприятий внедрения систем автоматического контроля уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах.....	78
Приложение Б Программа производственного экологического контроля.....	79

Приложение В Процедура создания и поддержания в постоянной готовности системы оповещения о ЧС.....	80
---	----

Введение

Актуальность рассмотренной в настоящем исследовании темы заключается в том, что в настоящее время вводится в эксплуатацию все больше опасных производственных объектов.

В парадигме риск-ориентированного подхода к обеспечению безопасности традиционные механизмы контроля претерпевают существенные изменения. Этот подход ориентирует предприятия на учет рисков и необходимость реализации упреждающих мер для их минимизации при организации эксплуатации опасных производственных объектов и контроля промышленной безопасности, а не только на формальное следование нормативам, определяющим периодичность выполнения тех или иных мероприятий. Существует обширный перечень жёстких требований, предъявляемых по отношению к порядку хранения нефтепродуктов, а также в силу их специфичных физико-химических характеристик устанавливаются особые нормы и налагаются особые ограничения на порядок проведения работ на площадке хранилища.

«Оборудование, расположенное на производственном объекте, может быть опасным для сотрудников. Использование оборудования тем сотрудником, который не прошел обучения, может привести к его травме, повреждению оборудования, нанесению вреда репутации, некоторому времени отсутствия производства вследствие расследования инцидента, и, в чрезвычайных случаях, к смерти. Таким образом, при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта необходимо предусмотреть систему контроля доступа персонала к потенциально опасному оборудованию» [14].

Целью исследования данной выпускной квалификационной работы является анализ мероприятий по обеспечению промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта, а также выработка рекомендаций по совершенствованию данного процесса.

Достижение поставленной цели обуславливает решение ряда задач:

- охарактеризовать рассматриваемый опасный производственный объект;
- провести анализ мероприятий по обеспечению промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта, предложено повышение эффективности мероприятий по обеспечению промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта;
- изучить вопросы охраны труда и окружающей среды, способы защиты в чрезвычайных и аварийных ситуациях;
- оценить эффективность предлагаемых мероприятий.

Объект настоящего исследования – линейно-производственная диспетчерская станция, расположенной на Обводном шоссе, 32.

Предмет исследования – процесс ввода в эксплуатацию рассматриваемого опасного производственного объекта.

1 Характеристика опасного производственного объекта

Данное исследование рассмотрим на примере охраняемого ГКУ «Центр по делам ГО, ПБ и ЧС» по Самарской области объекта – линейно-производственной диспетчерской станции, расположенной на Обводном шоссе, 32. Прием и перекачка углеводородной продукции (дизельное топливо) на сооружения ЛПДС осуществляется по технологическим трубопроводам, у которых уклон направлен в сторону мест опорожнения. Их прокладка на всей площади ЛПДС сделана под землей, хранение осуществляется в резервуарах.

В состав технологического блока производственной площадки ЛПДС входят следующие объекты:

- «магистральные насосные;
- площадки фильтров-грязеуловителей;
- площадки управления задвижками;
- площадки регуляторов давления;
- площадка сбора и откачки утечек нефтепродукта (емкости сбора утечек и дренажа нефтепродукта с насосами откачки);
- площадки камер приема/пуска СОД;
- технологические трубопроводы с электрозадвижками, обратными клапанами и др. оборудованием» [14].

На территории площадки ЛПДС предусмотрены следующие вспомогательные сооружения:

- «операторная;
- административно-бытовые корпуса;
- склады, гаражи, мастерские;
- котельная;
- площадка хранения аварийного запаса;
- насосная пожаротушения;
- пожарное депо;

- противопожарные водоемы;
- помещение эл. подстанции;
- ЗС ГО;
- инженерные коммуникации – линии электроснабжения, связи, телемеханики и сигнализации, трубопроводы водоснабжения, канализации и теплоснабжения» [14].

К основным технологическим процессам, осуществляемым на ОПО, относятся:

- «прием нефтепродуктов из МНПП, повышение давления и возврат нефтепродуктов в МНПП для дальнейшей транспортировки;
- перекачка нефтепродуктов в направлении ЛПДС «Пенза»;
- прием/пуск СОД» [14].

Основной схемой технологического процесса перекачки нефтепродукта является перекачка «из насоса в насос».

«Нефтепродукт по МНПП поступает на ЛПДС через стационарную задвижку №1, расположенную в узле приема СОД. Далее нефтепродукт по трубопроводу диаметром 530 мм поступает через задвижку №2 на фильтры-грязеуловители Ф1, Ф2 (задвижки №№ 11, 12, 13, 14), где очищается от механических примесей, парафино-смолистых отложений и посторонних предметов. После фильтров-грязеуловителей нефтепродукт через задвижку №30 поступает на всос магистральных насосов Н-1÷Н-4 (задвижки №№45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52), соединенные последовательно, с характером работы «из насоса в насос». В зависимости от заданного режима работы нефтепродукт может проходить через один, два или три насосных агрегата (один насосный агрегат постоянно находится в резерве)» [14].

«От магистральных насосов нефтепродукт через задвижку №31 поступает на узел регуляторов давления КР1, КР2 (задвижки №№ 167, 168, 169, 170) для поддержания заданных величин давления. После узла регуляторов давления, нефтепродукт с давлением 5,4 МПа через стационарные задвижки №№3, 4 поступает в МНПП» [14].

Сеть технологических трубопроводов предусматривает выполнение следующих операций:

- «прием нефтепродуктов, поступающих на ЛПДС;
- перекачку нефтепродуктов в МНПП;
- закрытый сбор и откачку утечек» [14].

Действующая система обеспечения промышленной безопасности на ЛПДС включает:

- «проектирование, строительство, эксплуатация, расширение, реконструкция, капитальный ремонт, техническое перевооружение, консервация и ликвидация опасного производственного объекта;
- изготовление, монтаж, наладка, обслуживание и ремонт технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте;
- проведение экспертизы промышленной безопасности;
- подготовка и переподготовка работников опасного производственного объекта в не образовательных учреждениях» [3, с. 125].

«За 2020 год на предприятиях Самарской области произошло 60 несчастных случаев, в которых пострадало 78 человек, против 49 случаев за аналогичный период 2019 года, в которых пострадало 49 человека, из них» [1]:

- «с тяжелыми последствиями – 31 случаев, в которых травмировано 32 человека, против 24 случаев в 2019 году в которых травмировано 24 человека; в том числе 1 групповой несчастный случай;
- с легкими последствиями – 1 случай, в котором травмировано 1 человек, в 2019 году – 0;
- случаев со смертельным исходом – 10 случаев, в которых травмировано 23 человека, против 5 случаев в 2019 году в которых травмировано 5 человека; в том числе групповых несчастных случаев со смертельным исходом – 2 случая, (в которых смертельно травмировано 19 человек), против 0 случаев в 2019 году:

– случаи смерти на производстве – 18 случаев против 20 случаев в 2019 году» [1].

Рассмотрим статистику травматизма по отрасли на рисунке 1.

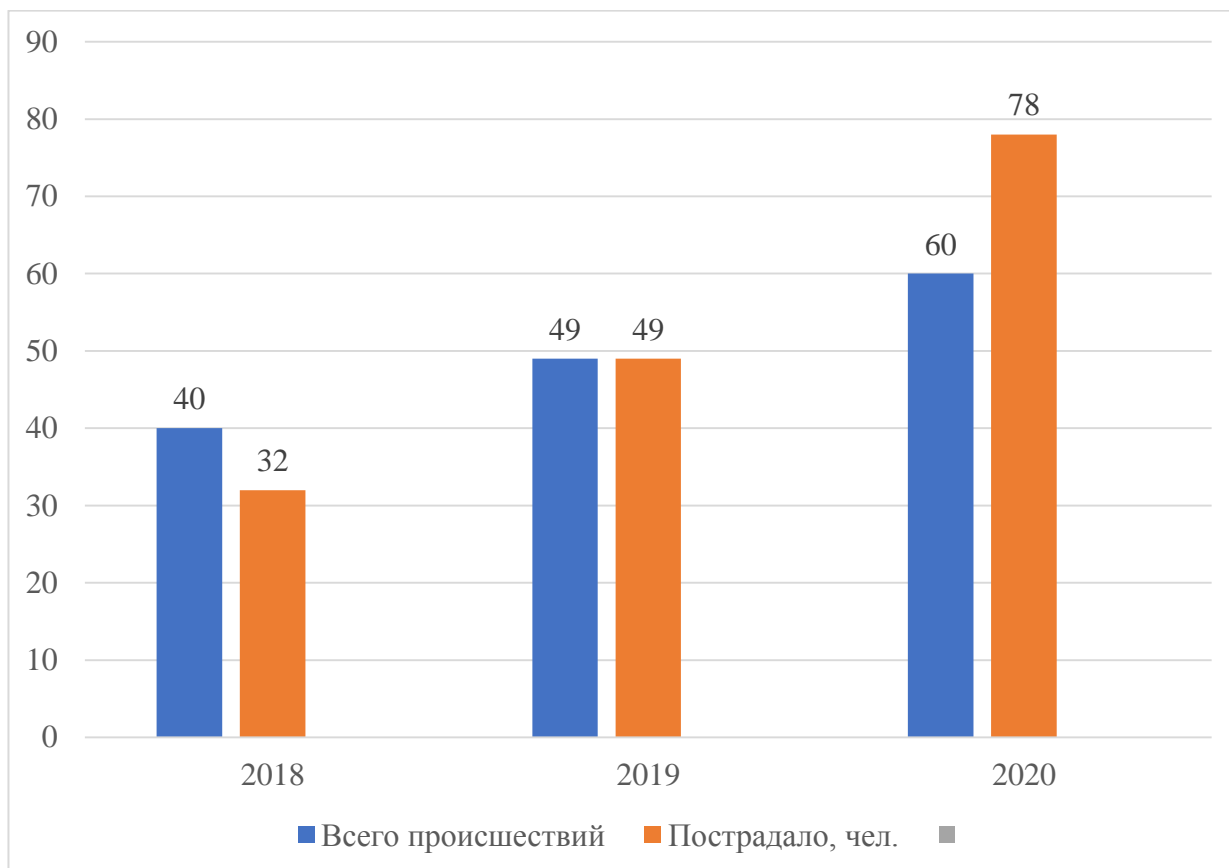


Рисунок 1 – Статистика травматизма по отрасли

Как видно из представленной статистики, к 2020 году мы можем наблюдать рост количества происшествий на производственных объектах. Положительная динамика наблюдается от сорока происшествий в 2018 году до шестидесяти в 2020 году. При этом рост пострадавших практически в два раза (от тридцати двух в 2018 году до семидесяти восьми в 2020 году).

Для того, чтобы разобраться в причинах данных происшествий на производственных объектах обратимся к статистике по причинам несчастных случаев, которая представлена на рисунке 2.

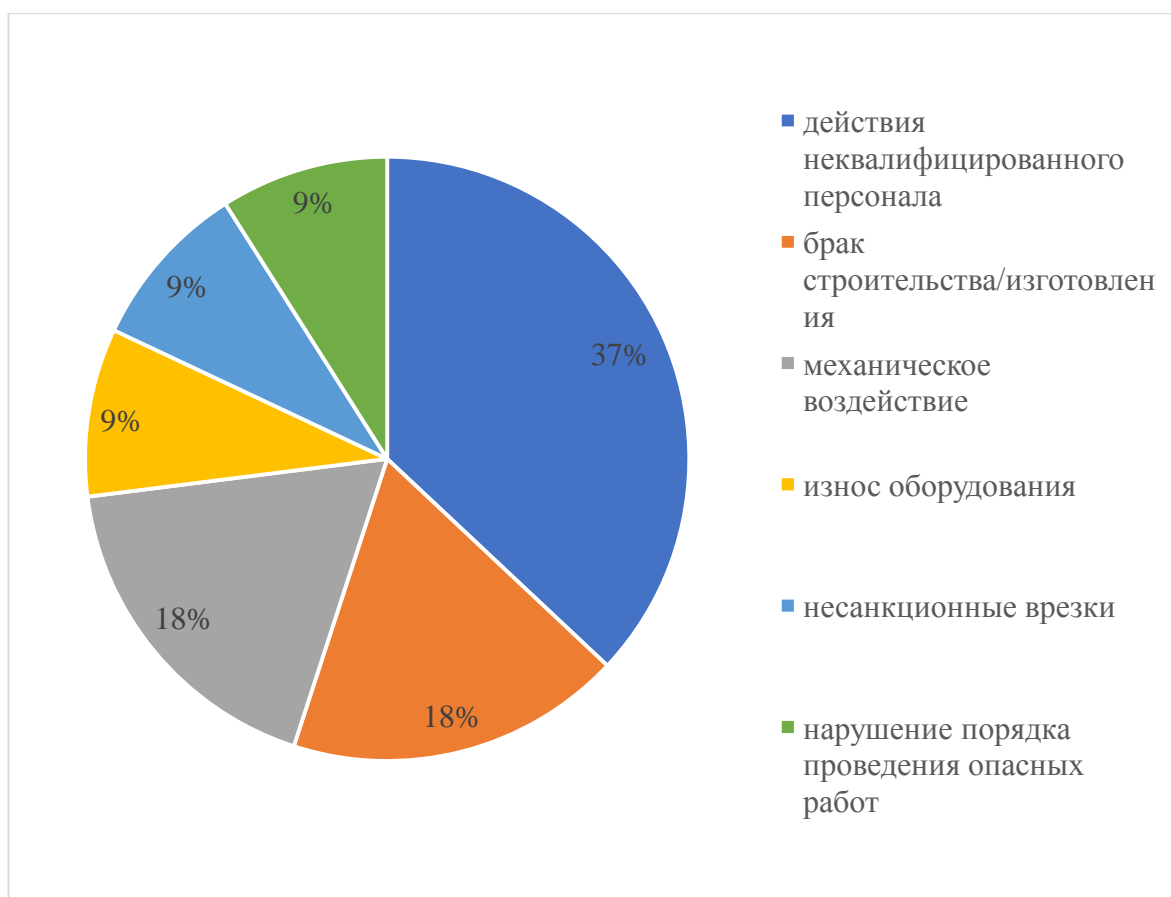


Рисунок 2 – Статистика по причинам несчастных случаев на производственных объектах

Таким образом, ЛПДС является «промежуточной перекачивающей станцией и представляет собой комплекс сооружений и устройств, предназначенных для повышения давления при перекачке нефтепродуктов» [14]. Основным оборудованием являются насосы, резервуары, технологические трубопроводы.

А поскольку ЛПДС относится к опасным производственным объектам, то при создании средств для контроля доступа к потенциально опасному оборудованию необходимо учитывать тот момент, чтобы только обученные люди могли использовать это оборудование.

2 Анализ мероприятий по обеспечению промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта (ОПО)

2.1 Характеристика технических устройств, вводимых в эксплуатацию на ОПО

В ходе функционирования опасных производственных объектов, согласно общепринятой терминологии, используются различные технические устройства. К ним, прежде всего, нужно отнести различные виды агрегатов, приборов и их структурных элементов (частей), разные типы технических систем и аппаратуры или иного технологического оборудования, в той или иной мере задействованных в производственной деятельности и предназначенных для использования на опасных производственных объектах.

Требования, который являются необходимыми и обязательными к оборудованию опасного производственного объекта, установлены в ФЗ №184 «О техническом регулировании» [5].

В целях осуществления на практике процедуры обязательного подтверждения соответствия используется метод декларирования соответствия, а также допускается использование метода обязательной сертификации. В ситуации, когда технический регламент не содержит себе положений, где будет говориться о возможности использования другой формы оценки соответствия, в этом случае техническое устройство в обязательном порядке проходит экспертизу промышленной безопасности.

Если же предприятие изготавливает нестандартную продукцию в виде технических устройств, не являющихся объектами регламентации государственных стандартов, в таком случае, согласно предусмотренному порядку, необходимо разработать технические условия. Субъектами, уполномоченными проявлять инициативу по разработке ТУ, являются

непосредственные разработчики или заказчики продукции и именно они определяют перечень требований, им соответствует выпускаемая продукция.

Под резервуарами для хранения нефтепродуктов, согласно общепринятой терминологии, понимают специальные емкости, используемые для того, чтобы обеспечить максимальную степень безопасности и надежности хранения нефтепродуктов, в силу их высочайшей степени опасности. В настоящий момент резервуары для хранения нефтепродуктов применяются не только непосредственно при организации деятельности нефтеперерабатывающих промышленных предприятий, но и в других промышленных отраслях, где для организации производственной деятельности необходимо использовать горюче-смазочные материалы и топливо. В настоящий момент такими отраслями являются в первую очередь производственный сектор, транспортный сектор и сектор сельского хозяйства.

Виды резервуаров для нефтепродуктов:

- «подземные и надземные;
- горизонтальные и вертикальные;
- цилиндрические и прямоугольные;
- со специальным понтоном и без;
- стальные и железобетонные» [12].

Классификация резервуаров для нефтепродуктов:

- «опасные;
- с повышенной опасностью;
- особо опасные» [12].

В настоящий момент в рамках практической деятельности производственных предприятий активно применяются резервуары СУГ, газгольдеры, либо резервуары для сжиженного газа в целях организации хранения углеродистых газов, в частности это может быть бутан или пропан. Для соблюдения всех предусмотренных требования резервуары СУГ в своей конструкции имеют особый вид запорной арматуры и выпускаются в виде

стальной ёмкости, ее форма может быть выполнена в виде цилиндра или сферы.

Виды резервуаров СУГ:

- «одностенные;
- двустенные;
- изотермические» [12].

Классификация газгольдеров по назначению:

- «емкости для эксплуатации на ГПЗ, а также НПЗ;
- резервуары, предназначенные для использования на станциях транспортировки и позволяющие сглаживать скачки давления при перекачке СУГ;
- крупные емкости для вмещения газа, созданные для обслуживания разнообразных портовых, а также различных перевалочных мест хранения, Ж/Д и морских терминалов СУГ, парков резервуарных ГНС;
- резервуары для конечного потребителя (крупные предприятия производственного типа и населенные пункты, групповые установки, предназначенные для обеспечения газом возведенных коттеджных поселков);
- отдельно расположенные емкости, установленные на газовых заправках (АГЗС) или же являющиеся частью модульной установки АГЗС» [12].

На резервуарах монтируются следующее оборудование:

- «приемо-раздаточные устройства с внутренней стороны резервуара;
- устройства для размыва донных отложений;
- кран сифонный, водоспуск;
- замерный люк, световой, смотровой, люк-лаз, монтажный;
- дыхательные и предохранительные клапаны со встроенными огнепреградителями для РВС;
- вентиляционные патрубки для РВСП;

- оборудование системы управления резервуарным парком, включающее приборы контроля, сигнализации и защиты резервуара;
- трубопроводы и генераторы систем пожаротушения;
- трубопроводы системы охлаждения резервуара;
- система защиты резервуара от коррозии;
- система молниезащиты, защиты от статического электричества и заземления» [15].

Резервуарное оборудование и системы устанавливаются на резервуарах в зависимости от его типа (РВС, РВСП и РВСПК).

Основная цель использования в деятельности предприятий промышленного сектора подземных резервуаров заключается в том, чтобы организовать подземное хранение различных видов жидких материалов, прежде всего, речь идёт об организации порядка хранения нефтепродуктов. Так как таким образом организуется процесс хранения опасных продуктов в подземной установке, создаются необходимые условия для достижения максимально высокого показателя защищённости от возможного воздействия отрицательных факторов, присутствующих в окружающей среде.

Применение подземных резервуаров:

- «создание камер хранения на АЗС;
- обустройство нефтеперерабатывающих предприятий;
- организация работы нефтеналивных терминалов.
- водоотведение;
- обустройство цементных заводов» [12].

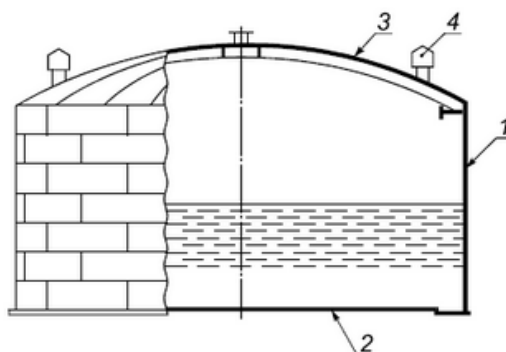
В целях соблюдения действующих требований в подземных резервуарах устанавливается особое оборудование, при использовании которого облегчается процесс их наполнения и опустошения. Кроме того, современные технологии позволили оснастить резервуары надёжной системой защиты в виде комплекса клапанов, специальных люков наблюдения, а также конструкция предусматривает использование мерных и контролирующих приборов.

Эксплуатационные характеристики цилиндрических резервуаров:

- «возможность хранения, выдачи и приема нефтепродуктов, а также других жидкостей в самых разнообразных климатических условиях;
- применение резервуаров этого типа позволяет сократить транспортные расходы;
- при наличии избыточного давления (с показателями не более 40 кПа) резервуары комплектуются плоскими стальными днищами, если давление достигает отметки до 70 кПа, то оно обладает конической формой;
- днище плоского типа в резервуаре может отличаться ребристой, либо безреберной поверхностью;
- резервуары из стали производятся в соответствии со всеми параметрами, обозначенными в ГОСТе» [12].

«При изготовлении цилиндрических резервуаров, которые наделены объемом в пределах от 1 и до 200 куб.м. применяется сталь следующих марок: малоуглеродистая, нержавеющая, низколегированная» [12].

В связи с изменением технологического процесса (требуется увеличение количества и срока хранения бензина) на ЛПДС необходимо ввести в эксплуатацию дополнительный резервуар РВС 300 для хранения бензина. Резервуар РВС представлен на рисунке 3.



(«1 – стенка; 2 – днище; 3 – стационарная крыша; 4 – дыхательный клапан» [12])

Рисунок 3 – Резервуар со стационарной крышей без понтона

Исходные данные для расчета вводимого в эксплуатацию резервуара РВС представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики резервуара РВС 300

Параметр	Ед. изм.	Значение
Объем резервуара	м ³	300
Диаметр	мм	7460
Высота резервуара	мм	6870
Стенка резервуара	мм	4,56
Вес	кг	7277
Количество поясов	шт	6
Крыша	мм	5
Вес	кг	2715
Днище	мм	5
Вес	кг	1909
Общий вес резервуара	кг	17150
Материал	–	сталь 09Г2С

Эксплуатационные характеристики РВС 300 представим в таблице 2.

Таблица 2 – Эксплуатационные характеристики РВС 300

Параметр	Ед.изм.	Величина
Номинальный объем резервуара	м ³	300
Максимальный уровень налива	мм	7450
Плотность продукта	т/м ³	1,0
Максимальная температура продукта	°С	95
Внутреннее избыточное давление	кПа	2
Вакуум	кПа	0,2
Расчетная температура района строительства	°С	-60 и выше
Снеговая нагрузка	кг/м ²	до 200
Ветровая нагрузка	кг/м ²	до 100
Припуск на коррозию стенки	мм	1
Припуск на коррозию днища	мм	1
Нормативный срок службы	лет	30

По заданным параметрам: объему резервуара $V = 300 \text{ м}^3$ и высоте $H = 6870 \text{ мм}$ определим внутренний диаметр:

$$D_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{4V}{\pi H}} \quad (1)$$

$$D_{\text{вн}} \sqrt{\frac{4 \cdot 300}{3,14 \cdot 6,87}} = 7,46 \text{ м.}$$

Пересчитаем объем резервуара по реально принятым параметрам:

$$V = \frac{\pi D_{\text{вн}}^2 H}{4}, \quad (2)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 7,46^2 \cdot 6,87}{4} = 300,13 \text{ м}^3.$$

В стыковых соединениях с подваркой корня шва и тавровых соединениях с двусторонним сплошным проваром, выполняемых вручную или автоматической сваркой с ручной проваркой коэффициент сварного шва равен: $\varphi = 0,95$.

Для расчета толщины стенки резервуара разбиваем его по высоте на участки, количество которых равно числу поясов, и в зависимости от глубины пояса подбираем величину p (гидростатическое давление жидкости).

$$S_R = \frac{p D_{\text{вн}}}{2[\sigma]\varphi - p}, \quad (3)$$

где S_R – расчетная толщина стенки обечайки, м;

$D_{\text{вн}}$ – внутренний диаметр сосуда (по расчету), м;

p – гидростатическое давление, Па;

φ – коэффициент сварного шва;

$[\sigma] = \frac{\sigma_{\text{в}}}{n_{\text{б}}}$ – допускаемое напряжение, МПа;

$\sigma_{\text{в}}$ – предел прочности для выбранной марки стали, МПа;

n_b – коэффициент запаса прочности, $n_b = 1,2 \dots 2,2$. Коэффициент запаса прочности выбираем в зависимости от давления (объема резервуара) и коррозионно-активной среды. В данном случае $n_b = 1,3$.

Определим высоту одного листа резервуара:

$$h_n = \frac{H}{n}, \quad (4)$$

где n – количество поясов.

$$h_n = \frac{6,87}{6} = 1,145 \text{ м},$$

Рассчитаем гидростатическое давление по формуле:

$$p_n = \rho g h, \quad (5)$$

$$p_{n+1} = \rho g (h - (n - 1)h_n), \quad (6)$$

где ρ – плотность, кг/м^3 ;

g – ускорение свободного падения;

h – высота столба жидкости, м;

h_n – высота одного пояса резервуара, м.

$$p_1 = 750 \cdot 9,81 \cdot 6,87 = 50494,5 \text{ Па},$$

$$p_2 = 750 \cdot 9,81 \cdot (6,87 - 1,145) = 42078,75 \text{ Па},$$

$$p_3 = 750 \cdot 9,81 \cdot (6,87 - 2 \cdot 1,145) = 33633 \text{ Па},$$

$$p_4 = 750 \cdot 9,81 \cdot (6,87 - 3 \cdot 1,145) = 25247,25 \text{ Па},$$

$$p_5 = 750 \cdot 9,81 \cdot (6,87 - 4 \cdot 1,145) = 16831,5 \text{ Па},$$

$$p_6 = 750 \cdot 9,81 \cdot (6,87 - 5 \cdot 1,145) = 8415,75 \text{ Па},$$

Выбираем сталь 09Г2С, так как она обладает следующими особенностями:

- «ударная вязкость обеспечивает высокую стойкость конструкции при низких температурах;
- резервуары из этой стали могут быть сварены любым способом, на который аттестован исполнитель сварочных работ (автоматическая и ручная дуговая сварка, контактно-точечная и электрошлаковая);
- при условии соблюдения температурного режима эксплуатации поверхности резервуара имеют высокую степень устойчивости к воздействию агрессивных рабочих сред, то есть обладает повышенной коррозионной стойкостью;
- однородный состав листового проката позволяет обрабатывать поверхности будущего резервуара любыми технологическими способами для достижения максимально долгой эксплуатации на объекте» [12].

Далее рассчитываем допускаемое напряжение для выбранной марки стали:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_B}{n_b}, \quad (7)$$

$$[\sigma] = \frac{460}{1,3} = 353,85 \text{ МПа}$$

Далее по формуле рассчитываем толщину стенки резервуара:

$$S_R = \frac{pD_{BH}}{2[\sigma]\varphi - p}, \quad (8)$$

$$S_{R1} = \frac{50494,5 \cdot 7,46}{2 \cdot 0,95 \cdot 353,85 \cdot 10^6 - 50494,5} = 4,56 \text{ мм}$$

Аналогично рассчитываем толщину остальных листов резервуара. Результаты расчета представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты вычислений

Параметр	S_{R1}	S_{R2}	S_{R3}	S_{R4}	S_{R5}	S_{R6}
Значение, мм	4,56	4,46	4,37	4,28	4,18	4,095

Толщина стенки обечайки S , с учетом припусков на коррозию, рассчитывается по зависимостям:

$$S \geq S_R + C, \quad (9)$$

Припуск на коррозию выбирается согласно ГОСТ 31385-2016. Его значение выбирается для слабоагрессивной среды = 0,033 мм в год, при условии, что срок службы резервуара 30 лет, получаем значение припуска равное 1 мм.

$$C = C_1 + C_2, \quad (10)$$

где $C_1 = 1$ мм – выбранный припуск на коррозию;

$C_2 = 0,8$ мм – минусовой допуск на толщину листа.

$$C = 1 + 0,8 = 1,8 \text{ мм},$$

$$S_1 = 0,56 + 1,8 = 2,36 \text{ мм}.$$

Результаты вычислений для остальных поясов представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Толщина обечайки листа с учетом припусков

Параметр	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆
Значение, мм	2,36	2,26	2,17	2,08	1,98	1,895

Выбираем толщину стального листа, ближайшую большую к расчетной. Окончательные толщины листов представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Толщина обечайки листа

Параметр	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆
Значение, мм	4	4	4	3	3	3

Для прочностного расчета разобьем резервуар по высоте на несколько участков равных количеству поясов. Вычисления будут производиться для трех случаев. Первый – это расчет нижнего пояса, второй расчет верхнего пояса, третий – расчет второго пояса снизу.

Нижний пояс резервуара имеет решение уравнения в следующем виде согласно [15]:

$$\omega = \varphi \frac{pa^2}{Eh}, \quad (11)$$

где φ и ψ – коэффициенты, определяемые через функции Крылова.

$$\omega = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0,51 \cdot 372,65^2}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = 0,6 \cdot 10^{-6}$$

$$\omega' = -\psi \frac{pa^2\beta}{Eh}, \quad (12)$$

где φ и ψ – коэффициенты, определяемые через функции Крылова.

$$\omega' = -2 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{0,51 \cdot 372,65^2 \cdot 0,07952}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = -8 \cdot 10^{-7},$$

$$\omega'' = \varphi \frac{pa^2\beta^2}{Eh}, \quad (13)$$

где φ и ψ – коэффициенты, определяемые через функции Крылова.

$$\omega'' = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0,51 \cdot 372,65^2 \cdot 0,07952^2}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = 6 \cdot 10^{-8}$$

$$\omega''' = -\psi \frac{pa^2\beta^2}{Eh}, \quad (14)$$

где φ и ψ – коэффициенты, определяемые через функции Крылова.

$$\omega''' = -2 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{0,51 \cdot 372,65^2 \cdot 0,07952^2}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = -6 \cdot 10^{-8}$$

Параметр β , необходимый для определения этих коэффициентов, вычисляется по формуле:

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3(1-\nu^2)}{a^2h^2}}, \quad (15)$$

где ν – коэффициент Пуассона.

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3(1-0,3^2)}{372,65^2 \cdot 0,7^2}} = 0,07952,$$

Значение срединного радиуса продольного сечения резервуара вычисляем по следующей формуле:

$$a = R_{BH} - 0,5h, \quad (16)$$

$$a = \frac{746}{2} - 0,5 \cdot 0,7 = 372,65 \text{ см},$$

$$\varphi = 1 - \frac{K_0}{K_0^2 + 4K_1K_3}, \quad (17)$$

$$\varphi = 1 - \frac{1}{1^2 + 4 \cdot 0,06 \cdot 0,00005} = 1,2 \cdot 10^{-5},$$

$$\psi = \frac{4K_3}{K_0^2 + 4K_1K_3}, \quad (18)$$

$$\psi = \frac{4 \cdot 0,00005}{1^2 + 4 \cdot 0,06 \cdot 0,00005} = 2 \cdot 10^{-4},$$

$$\omega(x) = \frac{pa^2}{Eh} (1 + \varphi K_0 - \psi K_1 - K_0), \quad (19)$$

$$\omega(x) = \frac{0,51 \cdot 372,65^2}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,7} (1 + 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 1 - 2 \cdot 10^{-4} \cdot 0,06 - 1) = 0,$$

$$M(x) = \frac{p}{\beta^2} (-\varphi K_2 + \psi K_3 + K_2), \quad (20)$$

$$M(x) = \frac{0,51}{0,07952^2} (-1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 0,0018 + 2 \cdot 10^{-4} \cdot 0,00005 + 0,0018) =$$

$$= 0,0017 \text{ кг} \cdot \text{см}$$

$$D = \frac{Eh^3}{12(1 - \nu^2)}, \quad (21)$$

$$D = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 0,7^3}{12(1 - 0,3^2)} = 6,28 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

Перерезывающая сила Q и изгибающий момент M_x в этом поясе резервуара вычисляем по формулам:

$$\begin{aligned}
Q &= 6,28 \cdot 10^4 \left(-6 \cdot 10^{-8} + (1 + 0,3)(-8 \cdot 10^{-7}) \cdot \left(\frac{12 \cdot 10^{-6} \cdot 20}{0,7} \right) \right) = \\
&= -6,03 \cdot 10^{-8} \text{ кг}, \\
M_x &= 6,28 \cdot 10^4 \left(6 \cdot 10^{-8} + (1 + 0,3) \cdot \left(\frac{12 \cdot 10^{-6} \cdot 20}{0,7} \right) \right) = \\
&= 28 \text{ кг} \cdot \text{см}.
\end{aligned}$$

Напряжение изгиба в поперечном сечении вычисляем по формуле:

$$\sigma_x = -\frac{1,2 \cdot 28}{0,7^3} (-0,5 \cdot 0,7) = 34,3 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \leq 3538 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}.$$

Условие выполняется.

Для верхнего пояса рассмотрим следующий метод решения:

$$\begin{aligned}
\omega &= 1,86 \cdot \frac{0,08 \cdot 372,7^2}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,6} = 0,017, \\
\omega' &= -31,03 \cdot \frac{0,08 \cdot 372,7^2 \cdot 0,08572}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,6} = -0,025, \\
\omega'' &= 1,86 \cdot \frac{0,08 \cdot 372,7^2 \cdot 0,08572^2}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,6} = 0,00013, \\
\omega''' &= -31,03 \cdot \frac{0,08 \cdot 372,7^2 \cdot 0,08572^2}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,6} = -0,002.
\end{aligned}$$

Параметр β :

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3(1 - 0,3^2)}{372,7^2 \cdot 0,6^2}} = 0,08572.$$

Срединный радиус продольного сечения резервуара:

$$a = \frac{373}{2} - 0,5 \cdot 0,6 = 372,7 \text{ см},$$

$$\varphi = 1 + \frac{K_3}{K_1 K_2 - K_0 K_3}, \quad (22)$$

$$\varphi = 1 + \frac{0,00005}{0,06 \cdot 0,0018 - 1 \cdot 0,00005} = 1,86$$

$$\psi = \frac{K_2}{K_1 K_2 - K_0 K_3}, \quad (23)$$

$$\psi = \frac{0,0018}{0,06 \cdot 0,0018 - 1 \cdot 0,00005} = 31,03$$

Параметры $\omega(x)$, $M(x)$, D :

$$\omega(x) = \frac{0,08 \cdot 372,7^2}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,6} (1 + 1,86 \cdot 1 - 31,03 \cdot 0,06 - 1) = -1,6 \cdot 10^{-5},$$

$$M(x) = \frac{0,08}{0,08572^2} (-1,86 \cdot 0,0018 + 31,03 \cdot 0,00005 + 0,0018) =$$

$$= 3,8 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{см},$$

$$D = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 0,6^3}{12(1 - 0,3^2)} = 39,6 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

Перерезывающая сила Q и изгибающий момент M_x в этом поясе резервуара вычисляем по формулам:

$$Q = 39600 \cdot \left(-0,002 + (1 + 0,3) \cdot (-0,025) \cdot \left(\frac{12 \cdot 10^{-6} \cdot 20}{0,6} \right) \right) =$$

$$= -79,7 \text{ кг},$$

$$M_x = 39600 \left(0,00013 + (1 + 0,3) \left(\frac{12 \cdot 10^{-6} \cdot 20}{0,6} \right) \right) = 25,74 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

Напряжение изгиба в поперечном сечении:

$$\sigma_x = -\frac{1,2 \cdot 25,7}{0,6^3} (-0,5 \cdot 0,6) = 42,8 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \leq 3538 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}.$$

Условие выполняется.

Второй пояс резервуара:

$$\begin{aligned}\omega &= 1,86 \cdot \frac{0,42 \cdot 372,65^2}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = 0,77, \\ \omega' &= -31,03 \cdot \frac{0,42 \cdot 372,65^2 \cdot 0,07952}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = -0,1028, \\ \omega'' &= 1,86 \cdot \frac{0,42 \cdot 372,65^2 \cdot 0,07952^2}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = 0,00049, \\ \omega''' &= -31,03 \cdot \frac{0,42 \cdot 372,65^2 \cdot 0,07952^2}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = -0,008.\end{aligned}$$

Параметр β :

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{3(1 - 0,3^2)}{372,65^2 \cdot 0,7^2}} = 0,07952.$$

Срединный радиус продольного сечения резервуара:

$$a = \frac{3730}{2} - 0,5 \cdot 0,7 = 372,65 \text{ см.}$$

Параметры φ и ψ :

$$\varphi = 1 + \frac{0,00005}{0,06 \cdot 0,0018 - 1 \cdot 0,00005} = 1,86,$$

$$\psi = \frac{0,0018}{0,06 \cdot 0,0018 - 1 \cdot 0,00005} = 31,03.$$

Параметры $\omega(x)$, $M(x)$, D :

$$\omega(x) = \frac{0,42 \cdot 372,65^2}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,7} (1 + 1,86 \cdot 1 - 31,03 \cdot 0,06 - 1) = -0,75 \cdot 10^{-4},$$

$$M(x) = \frac{0,42}{0,07952^2} (-1,86 \cdot 0,0018 + 31,03 \cdot 0,00005 + 0,0018) = 0,23 \cdot 10^{-3},$$

$$D = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 0,7^3}{12(1 - 0,3^2)} = 6,23 \cdot 10^4 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

Перерезывающая сила Q и изгибающий момент M_x в этом поясе:

$$Q = 6,23 \cdot 10^4 \left(-0,008 + (1 + 0,3) \cdot (-0,1028) \cdot \left(\frac{12 \cdot 10^{-6} \cdot 20}{0,7} \right) \right) =$$

$$= -502,6 \text{ кг},$$

$$M_x = 6,23 \cdot 10^4 \left(0,00049 + (1 + 0,3) \cdot \left(\frac{12 \cdot 10^{-6} \cdot 20}{0,7} \right) \right) = 58,97 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

Напряжение изгиба в поперечном сечении:

$$\sigma_x = - \left(\frac{1,2 \cdot 58,78}{0,7^3} \right) \cdot (-0,5 \cdot 0,7) = 71,97 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \leq 3538 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}.$$

Условие выполняется.

Дополнительно вертикальный резервуар комплектуется рядом устройств, которые необходимы для проведения техобслуживания и эффективной эксплуатации ёмкости в различных условиях. Сюда также

входят защитные механизмы и датчики, ответственные за предотвращение аварийных ситуаций и пожаротушение. Устройства чистки, контроля уровня, молниезащиты, а также отбора проб в любой момент.

Поскольку вводимый резервуар строится для бензина, рассмотрим и его характеристики:

- октановое число, не менее – 98,0%;
- концентрация свинца – не более 5 мг/дм³;
- концентрация смол – не более 50 мг/дм³;
- индукционный период бензина – не менее 360 мин.;
- массовая доля серы – не более 50 мг/кг;
- объемная доля бензола – не более 5 %;
- объемная доля углеводородов – не более 35 %;
- массовая доля кислорода – не более 2,7 %;
- внешний вид – чистый, прозрачный;
- плотность при 15°С – 725,0-780,0 кг/м³.

Таким образом, резервуары, рассмотренные в настоящем исследовании при внедрении их в ОПО являются достаточно распространенными в практической деятельности линейных производственно-диспетчерских станциях для целей хранения нефтепродуктов, находящихся в обращении, более того, они незаменимы и при организации приёмки и выдачи таких веществ с терминалов.

2.2 Анализ требований промышленной безопасности к установке, размещению, монтажу, наладке, обвязке оборудования ОПО

На сегодняшний день хранилища для нефтепродуктов схематично выполнены в виде нескольких резервуаров, ёмкость которых может различаться, а также согласно действующим правилам допускается размещение таких резервуаров под землёй или над ней.

Так как существует обширный перечень жёстких требований, предъявляемых по отношению к порядку хранения нефтепродуктов, а также в силу их специфичных физико-химических характеристик устанавливаются особые нормы и налагаются особые ограничения на порядок проведения работ на площадке хранилища.

Начальный этап работ

До начала непосредственного производства монтажных работ предварительно потребуется разработать так называемый ППР – план проведения работ. Данное требование действует в первую очередь по той причине, что необходимо в процессе выполнения работ выполнить все нормы и требования, действующие при выполнении тех или иных манипуляций на опасных объектах. Большая часть существующих нефтепродуктов демонстрирует высокий уровень пожаро- и взрывоопасности. Именно по этой причине в настоящий момент нефтехранилища входят в группу наиболее опасных технологических объектов. Все возможные виды манипуляций, действий и операций, планируемых к проведению на такого рода объектах подвергаются строжайшей регламентации регулированию со стороны нормативных и законодательных актов.

При выявлении фактов, свидетельствующих о том, что действующие требования при организации и реализации работ на опасных объектах нарушаются, имеются основания для привлечения виновных лиц к административной ответственности, также если допущенные деяния или бездействие повлекут за собой или могут повлечь наступление наиболее серьезных последствий в виде человеческих жертв и др., возникают основания для привлечения виновных к ответственности уголовной.

В рамках ППР обеспечивается помимо мер безопасности учёт других требований. План представляет собой документ, в котором будут зафиксированы все планируемые осуществлению виды работ и манипуляций, также в нём будет перечислен перечень требующихся для выполнения работ

инструментов и материалов, рассчитаны показатели трудозатрат и определён общий период времени, требующийся для выполнения всех предусмотренных мероприятий.

Так, можно сделать вывод о том, что проект работ, выполненный с соблюдением всех действующих требований, в дальнейшем выступит в качестве основы для достижения наилучших качественных характеристик при выполнении запланированного объёма работ, трудовые ресурсы и финансовые затраты также будут минимальны.

Подготовительные работы

В рамках ППР также обеспечивается учёт подготовительных мероприятий, кроме того, в его положениях представлено исчерпывающее описание действующих требований, требующих своего соблюдения на подготовительном этапе. Если все подготовительные манипуляции будут выполнены надлежащим образом, чаще всего это позволяет в последующем сократить время на производство монтажных работ.

Данный аспект характеризуется высоким уровнем своей значимости, так как монтажные работы в силу их специфики обуславливают необходимость прекращения других операций, в результате чего процесс нормальной штатной эксплуатации нефтехранилища нарушается. Комплекс подготовительных мероприятий также включает в себя обеспечение мер безопасности, мер контроля и многие другие обязательные требования, кои необходимо выполнять при организации монтажных работ на опасных объектах.

Таким образом, полнота и качественные характеристики подготовительных мероприятий определяют период времени, требующийся для выполнения монтажных работ, качественные характеристики достигнутых в итоге результатов, а также они позволяют достичь высокого уровня безопасности при реализации основных монтажных мероприятий и работ по обвязке резервуаров для хранения нефти и продуктов из неё.

Выполнение монтажных работ на производственной площадке

Для проведения работы на производственной площадке допускается привлечение исключительно персонала, имеющего необходимую квалификацию и прошедшего спецподготовку. Сотрудникам, выполняющим монтажные работы, необходимо выдать специальные инструменты, обеспечить их требующимися средствами механизации и средствами защиты.

В целях надлежащего выполнения запланированных монтажных мероприятий используются технические средства, различные виды строительной техники и инструментов. В рамках организации и непосредственного осуществления работ на опасных объектах совокупный комплекс используемых средств и механизмов демонстрирует своё соответствие нормативам и требованиям стандартов. Согласно разработанному предварительно ППР, комплекс огневых и иных видов работ, при выполнении которых велик риск возгорания или образования искр, подлежит оформлению специальными допусками. До начала выполнения работ необходимо предварительно выполнить анализ воздуха, для того чтобы исключить возможность присутствия в нём взрывоопасных компонентов.

В ходе непосредственного осуществления в рамках практической деятельности строительно-монтажных работ и обвязки резервуаров для нефтепродуктов, потребуется обеспечить максимально тщательный контроль в отношении качественных характеристик выполняемых мероприятий. Колоссальное значение в этом случае имеет методика непрерывного контроля сварных соединений, также требуется контролировать выполнение действующих норм и требований, наблюдать и своевременно регулировать возникшие отклонения от положения, предусмотренных в конструкторской и проектной документации. Тщательность и эффективность соблюдения действующих технических требований и нормативов определяет в конечном итоге показатели эффективности и период времени эксплуатации промышленного парка нефтепродуктов в дальнейшие периоды.

Подготовка фундамента под вертикальные резервуары и емкости

До начала осуществления монтажа самой емкости, потребуется выполнить подготовительные мероприятия на строительной площадке, на ней возводятся требующиеся сооружения, выполняется подводка транспортных путей сообщения, подводятся и подсоединяются инженерные сети.

Операции по устройству основания и фундамента также формируют один из наиболее значимых этапов работ, эффективность этого комплекса мероприятий определяет качественные характеристики и равномерность усадки металлоконструкций, что в конечном итоге влияет на возможность сохранения геометрии и устойчивости [19]. Технологическая карта мероприятий по подготовке фундамента и основания определяется характеристиками массы металлоконструкции и качественными параметрами грунта.

Резервуары, объем которых составляет не более 5000 м³, в большинстве случаев устанавливают на грунтовое основание с соблюдением уклона 1:50 от центра к периферии и с подготовкой песчаной подушки, толщина ее может достигать 2 м; также устанавливается и гидрофобный гидроизоляционный слой, для его изготовления используется грунт, битум, дёготь, гудрон или мазут (толщиной до 200 мм).

Монтаж резервуара осуществляется рулонной сборкой.

Только после того, как специальная комиссия примет основание и фундамент, можно приступать к непосредственному выполнению операций по монтажу ёмкостей.

На резервуарах монтируется следующее оборудование и системы:

- «приемо-раздаточные устройства с внутренней стороны резервуара;
- устройства для размыва донных отложений;
- кран сифонный, водоспуск;
- замерный люк, световой, смотровой, люк-лаз, монтажный;
- дыхательные и предохранительные клапаны со встроенными огнепреградителями для РВС;

- вентиляционные патрубки для РВСП;
- оборудование системы управления резервуарным парком, включающее приборы контроля, сигнализации и защиты резервуара;
- трубопроводы и генераторы систем пожаротушения;
- трубопроводы системы охлаждения резервуара;
- система защиты резервуара от коррозии;
- система молниезащиты, защиты от статического электричества и заземления» [12].

Согласно РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-04 требованиями к конструкции резервуаров являются:

- «стенка резервуара собрана так, чтобы внутренние поверхности листов стенки находились на одной вертикали;
- днище состоит из периферийных листов, находящихся под стенкой и приваренных к ней, и центральной части;
- все патрубки и люки в стенке резервуара усилены накладками (воротниками);
- люки-лазы в стенке резервуара имеют условный проход не менее 600 мм».

Согласно РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-04 требованиями к монтажу резервуаров являются:

- «при монтаже резервуаров проводится входной контроль металлоконструкций, геодезический контроль, пооперационный контроль, разрушающий и неразрушающий контроль сварных соединений;
- к моменту окончания работ по монтажу резервуара, до проведения гидравлических испытаний, сварные швы и участки металлоконструкций резервуара контролируются;
- визуальному контролю подвергаются все сварные соединения резервуара

- не допускаются подрезы основного металла длиной, превышающей 10% длины шва».

Согласно РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-04 требованиями к установке оборудования являются:

- «вид и количество оборудования, устанавливаемого на резервуарах, соответствует нормативным значениям;
- резервуары могут быть оборудованы трубой сброса и секционными подогревателями;
- световые люки на стационарной крыше располагаются так, чтобы обеспечить возможность их открывания с кольцевой площадки;
- монтажный люк, устанавливаемый на стационарной крыше, понтоне и плавающей крыше резервуара, располагается над приемораздаточными патрубками или в непосредственной близости от них».

2.3 Контроль сварных соединений стальных металлоконструкций

Для безопасного ввода в эксплуатацию необходимо осуществить контроль сварных соединений стальных металлоконструкций резервуаров на ЛПДС. Применяют следующие виды и методы контроля качества сварных соединений, отраженные в таблице 6.

Таблица 6 – Методы контроля качества сварных соединений резервуаров

Зона	Методы контроля					
	Визуально-измерительный	Вакуумирование	Радиографирование	Ультразвуковой	Капиллярный	Избыточным давлением
1	2	3	4	5	6	7
швы днища, швы накладок с днищем	+	+	-	-	-	-
швы днища на расстоянии 250 мм от наружной кромки	+	+	+	-	-	-
вертикальные швы 1-го и 2-го поясов	+	-	+	+	-	-

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
вертикальные швы остальных поясов	+	–	+	+	–	–
горизонтальные швы поясов	+	–	+	+	–	–
швы перекрестий вертикального и горизонтального шва	+	–	+	–	–	–
шов между патрубком и стенкой	+	+	–	+	–	–
шов между воротником патрубка (люка) и 1м поясом стенки	+	–	–	–	+	+
радиальные швы опорного кольца	+	–	–	+	–	–
швы настила кровли, щитов кровли	+	+	–	–	–	+
шов патрубка с кровлей	+	+	–	–	–	–
швы коробов (отсеков) и заглушек стоек	+	–	–	–	–	+
швы центральной части	+	+	–	–	–	–
швы патрубков с крышей	+	+	–	–	–	–

Таким образом, контролю герметичности подвергают сварные швы, обеспечивающие герметичность корпуса резервуара, а также плавучесть и герметичность понтона и плавающей крыши.

Сварка резервуара проводится автоматическим способом, со швом с катетом 4 мм. Ее выполняют порошковой проволокой СП-2 диаметром 2,5 при токе 440-460 А, напряжении 28-30 В, скорости подачи проволоки $133 \cdot 10^{-3}$ м/с, вылете 30 мм, скорости сварки $13,9 \cdot 10^{-3}$ м/с.

Рассмотрим оборудование, используемое для контроля сварных соединений:

- «рентгенографические аппараты (основан на способности этих лучей, проникать через любые материалы. Интенсивность проникновения зависит от вида исследуемых веществ. Благодаря этому на фотопленке, стоящей за исследуемым изделием, остается изображение, характеризующее состояние данного материала)» [3, с. 155];
- «ультразвуковые дефектоскопы (принцип действия аппарата основан на отражении ультразвуковых волн от границы соединения двух сред с различными акустическими свойствами)» [3, с. 156];

- «магнитометры, коэрцитиметры, ферритометры (при прохождении через неоднородные материалы магнитное поле искажается, что говорит о присутствии инородных элементов внутри структуры)» [3, с. 157].

2.4 Испытание оборудования для проверки прочности

Испытания оборудования проводятся после завершения всех монтажно-сварочных работ, контроля качества всех элементов его конструкции, включая сварные соединения, и их приемки техническим надзором.

Любой из находящихся на резервуарной площадке резервуар необходимо подвергнуть гидравлическому испытанию. После того, как было проведено гидравлическое испытание, необходимо воздержаться от сварочных работ. Поэтому все испытания проводятся именно после окончания всех сварочных работ.

Согласно п. 2.12 РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-04 до начала испытаний необходимо:

- «устранить все дефекты, выявленные при контроле резервуара;
- представить техническую документацию, предусмотренную действующими регламентами организации» [12].

Испытания проводятся по технологической карте, входящей в ППР. Технологическая карта предусматривает:

- «последовательность и режимы проведения гидроиспытаний резервуаров;
- последовательность и режимы испытаний на избыточное давление и вакуум;
- разводку временных трубопроводов для подачи и слива воды с размещением предохранительной и запорной арматуры;
- пульт управления;

- требования безопасности труда при проведении испытаний резервуаров;
- схему проведения визуального осмотра;
- указания по измерению необходимых геометрических параметров элементов конструкции резервуара и фундамента;
- обработку результатов испытаний, проведение проверочных расчетов (при необходимости), выдачу заключения о пригодности и режиме эксплуатации резервуара» [12].

После завершения испытаний проводится оценка фактического технического состояния металлоконструкций, основания и фундамента.

Для резервуаров РВС 300 используют следующие виды испытаний:

- «испытания герметичности корпуса резервуара при заливе водой;
- испытания прочности корпуса резервуара при гидростатической нагрузке;
- испытания герметичности стационарной крыши РВС избыточным давлением воздуха;
- испытания устойчивости корпуса резервуара созданием относительного разрежения внутри резервуара;
- испытания устойчивости основания резервуара с определением абсолютной и неравномерной осадки по контуру днища, крена резервуара, профиля центральной части днища» [12].

В случае проектируемого резервуара на рассматриваемой ЛПДС применяется испытания герметичности корпуса резервуара при заливе водой.

Была составлена программа испытаний, которая включала:

- «этапы испытаний с указанием уровня налива (слива) воды и времени выдержки;
- значения избыточного давления и относительного разрежения, времени выдержки;

- схему проведения визуального осмотра и указания по измерению необходимых геометрических параметров элементов конструкций резервуара и фундамента;
- обработку результатов испытаний, проведение поверочных расчетов (при необходимости), выдачу заключения о пригодности и режиме эксплуатации резервуара» [12].

По мере заполнения резервуара водой необходимо наблюдать за состоянием конструкций и сварных швов. При обнаружении течи из-под края днища или появления мокрых пятен на поверхности отстойки необходимо прекратить испытание, слить воду установить и устранить причину течи.

2.5 Порядок ввода в эксплуатацию ОПО и учет оборудования

Порядок ввода в эксплуатацию ОПО и учета его оборудования проводится в последовательности:

- в начале процедуры ввод в эксплуатацию опасного производственного объекта оформляется Акт ввода (разрешение на ввод) в эксплуатацию ОПО в целом и/или составных частей (технических устройств) ОПО;
- далее следует постановка на учет в качестве технических устройств оборудования ОПО. Оборудованию присваивают индивидуальный регистрационный номер, который указывается на титульном листе паспорта;
- следующим шагом проводится регистрация ОПО и получение свидетельства о регистрации ОПО в реестре Ростехнадзора;
- после проводится страхование ответственности владельца опасного объекта – оформление полиса на обязательное страхование ОПО. Иногда страховой полис нужно получать до регистрации ОПО;
- далее происходит разработка, утверждение и согласование (регистрация) нормативно-технических документов для ОПО:

положение о производственном контроле (ППК, план мероприятий по локализации и ликвидации аварий, заключение договора с аварийно-спасательным формированием (АСФ), положение о порядке технического расследования причин инцидентов, должностные, производственные инструкции и приказы о назначении ответственных за ОПО;

- следующий шаг – аттестация по промышленной безопасности, то есть получение протоколов проверки знаний в конкретных областях ПБ по результатам сдачи экзамена в Ростехнадзоре;
- конечным итогом является получение лицензии Ростехнадзора.

Процедура постановки на учет опасного производственного объекта осуществляется до регистрации объекта в государственном реестре.

Итак, обеспечение промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта включает в себя достаточно масштабные процедуры, выполнение которых организовано обязательно с соблюдением законодательных требований Российской Федерации.

3 Повышение эффективности мероприятий по обеспечению промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта

Во втором разделе исследования была выявлена проблема необходимости создания средств для контроля доступа к потенциально опасному оборудованию ЛПДС так, чтобы только обученные люди могли использовать это оборудование.

«Оборудование, расположенное на производственном объекте, может быть опасным для сотрудников. Использование оборудования тем сотрудником, который не прошел обучения, может привести к его травме, повреждению оборудования, нанесению вреда репутации, некоторому времени отсутствия производства вследствие расследования инцидента, и, в чрезвычайных случаях, к смерти. Таким образом, при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта необходимо предусмотреть систему контроля доступа персонала к потенциально опасному оборудованию» [2, с. 165].

Для того, чтобы выбрать наилучшее техническое решение был проведен патентно-информационный поиск, его результаты отражены в таблице 7.

Таблица 7 – Патентно-информационный поиск технических решений, направленных на создание системы контроля доступа персонала к потенциально опасному оборудованию

Наименование технического решения	Описание технического решения	Преимущества известных технических решений	Недостатки известных технических решений
1	2	3	4
«Способ обеспечения ПБ установок и агрегатов нефтеперерабатывающих» [10].	«Анализ требований документов на технические устройства и занесение характеристик» [10].	«Выделение из технических устройств, входящих в комплекс оборудования, отнесенных к категории» [10].	Недостатком известного решения является низкая достоверность сведений о состоянии безопасности контролируемого

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
<p>«производств в условиях их эксплуатации» [10].</p>	<p>«в информационную базу данных, оценку технического состояния технических устройств в разные периоды эксплуатации их с учетом их технического состояния до начала эксплуатации, формирование общей информационной базы данных о фактическом техническом состоянии устройств в разные периоды времени и динамики развития технического состояния в будущем на основе сведений, полученных при оценке технического состояния на предыдущих стадиях» [10].</p>	<p>«слабых звеньев, наиболее подверженных процессам деградации, снижающим их эксплуатационную надежность» [10].</p>	<p>объекта, связанная с отсутствием возможности оценки показателей ПБ.</p>
<p>«Информационно-управляющая система комплексного контроля безопасности опасного производственног о объекта» [11].</p>	<p>«Для всех выбранных характеристик ОПО локальные оценки определяются экспертно, а его информационно-аналитический центр выполнен с возможностью осуществления поэтапной обработки информации» [11].</p>	<p>«Информация определяет уровень риска возникновения чрезвычайных ситуаций» [11].</p>	<p>Недостатком данного способа является низкая достоверность сведений о контролируемых параметрах объектов контроля, связанная с отсутствием возможности оценки показателей ПБ в реальном времени и субъективизмом экспертных оценок.</p>

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
Система и способ для контроля доступа к потенциально опасному оборудованию [9].	«Модуль доступа разрешает инструкцию от оператора машине, когда оператор имеет учебный сертификат для выбранной машины» [9].	«В одном аспекте заявленное изобретение в целом направлено на систему для контроля использования машины оператором. В другом аспекте заявленного изобретения раскрыт способ для ограничения использования машины оператором» [9].	Нераспространенность данного решения

На основе проведенного патентно-информационного анализа нами был выбран способ для контроля доступа к потенциально опасному оборудованию согласно патенту № 2718414. Его преимущества перекрывают незначительные недостатки. При этом общим недостатком известных решений является отсутствие системного подхода к определению способов оценки рисков, оценке полученных натуральных параметров контролируемого процесса, методов определения и фиксации событий промышленной безопасности на основе predetermined классов нарушений по их потенциальным последствиям и времени нарушения, что существенно снижает качество и объективность предоставляемой информации о состоянии ПБ предприятия эксплуатирующим службам и органам контроля.

Основной задачей предложенного изобретения является создание способа дистанционного контроля ПБ ОПО, обеспечивающего:

- прием и обработку оперативной информации о параметрах технологического процесса и состоянии объекта контроля от гетерогенных источников;
- выявление, идентификацию и ранжирование техногенных событий промышленной безопасности в режиме реального времени;

- аналитическую обработку, оценку рисков возникновения аварийных ситуаций путем расчета индикаторов состояния промышленной безопасности в режиме реального времени;
- представление результатов аналитической обработки в виде, удобном для использования и принятия решений на каждом из уровней управления промышленной безопасностью.

«В одном аспекте заявленное изобретение в целом направлено на систему для контроля использования машины оператором. Система включает в себя карту, содержащую идентификационную информацию, связанную с оператором, модуль доступа, выполненный с возможностью связи с выбранной машиной и избирательной связи с картой, и первый сервер, выполненный с возможностью связи с модулем доступа. Идентификационная информация сообщается модулю доступа. Первый сервер включает в себя информацию обучения для по меньшей мере одного оператора и по меньшей мере один учебный сертификат. Идентификационная информация сообщается на первый сервер из модуля доступа, и первый сервер сравнивает идентификационную информацию с информацией обучения, чтобы определить, имеет ли оператор учебный сертификат для выбранной машины. Первый сервер сообщает модулю доступа, имеет ли оператор учебный сертификат для выбранной машины. Модуль доступа разрешает инструкцию от оператора к машине, когда оператор имеет учебный сертификат для выбранной машины» [9].

«В другом аспекте заявленного изобретения раскрыт способ для ограничения использования машины оператором. Способ включает в себя обеспечение модуля доступа на выбранной машине, обеспечение карты, включающей в себя идентификационную информацию, оператору и избирательное предоставление карты модулю доступа на выбранной машине. Способ дополнительно включает в себя сообщение идентификационной информации от карты к модулю доступа и от модуля доступа к серверу. Информация обучения и идентификационная информация для оператора

предоставляется на сервере. Способ дополнительно включает в себя сравнение идентификационной информации и информации обучения для выбранной машины, чтобы убедиться, что оператор имеет текущий учебный сертификат для управления выбранной машиной. Сравнение сообщается модулю доступа. Модуль доступа разрешает оператору управлять выбранной машиной, когда сообщенное сравнение указывает, что оператор имеет текущий учебный сертификат для управления выбранной машиной или ограничивает оператора от управления выбранной машиной, когда сообщенное сравнение указывает, что оператор не имеет текущего учебного сертификата» [9].

Схематичный вид раскрытой системы представлен на рисунке 4.

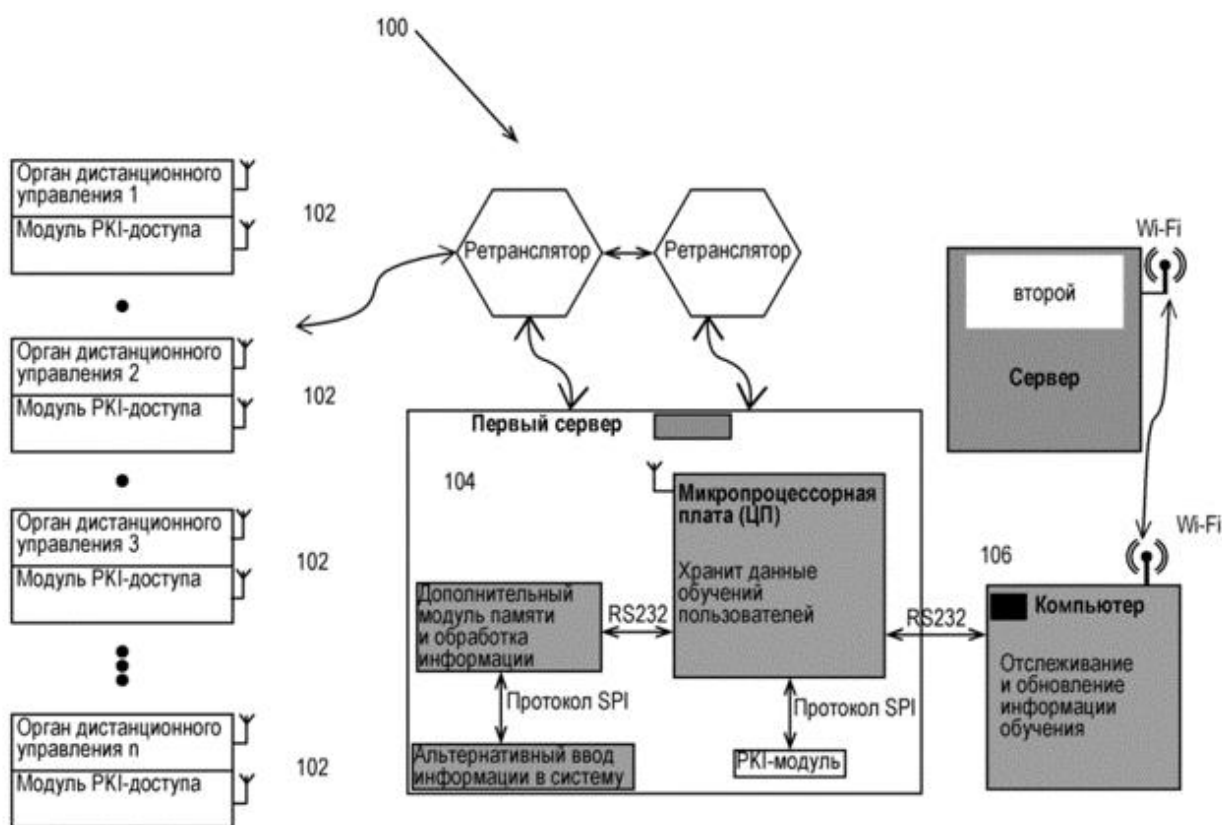


Рисунок 4 – Схематичный вид раскрытой системы

Система для контроля использования машины оператором, содержит:

- «карту, содержащую идентификационную информацию, связанную с оператором;

- модуль доступа, осуществляющий избирательную связь с картой, при этом идентификационная информация сообщается модулю доступа, причем модуль доступа обменивается сигналами с органом управления машиной оператором;
- первый сервер, осуществляющий связь с модулем доступа, при этом первый сервер хранит информацию обучения для по меньшей мере одного оператора;
- при этом содержащаяся на карте идентификационная информация сообщается первому серверу с модуля доступа, и первый сервер сравнивает идентификационную информацию с информацией обучения;
- при этом первый сервер выполняет по меньшей мере одно из: сообщает на модуль доступа, что оператор допущен к эксплуатации упомянутой машины, сообщает модулю доступа, что доступ оператора к эксплуатации упомянутой машины запрещен и не сообщает на модуль доступа, когда доступ оператора к эксплуатации упомянутой машины запрещен» [9].

Таким образом, техническим результатом заявленного способа является повышение показателей оперативности и достоверности мониторинга состояния опасных производственных объектов предприятия.

Таким образом, в данном разделе исследования было определено, что ввод в эксплуатацию опасного производственного объекта диктует необходимость системы контроля доступа персонала к потенциально опасному оборудованию.

После патентно-информационного анализа предлагается к использованию способ для контроля доступа к потенциально опасному оборудованию согласно патенту № 2718414. Предлагаемое устройство решает проблему повышения показателей оперативности и достоверности мониторинга состояния опасных производственных объектов предприятия.

4 Охрана труда

Охарактеризуем принципы охраны труда на рассматриваемом объекте. Управление охраной труда – это совместная деятельность работодателей и работников, которая очень важна для обеспечения безопасности труда. В основе такой деятельности лежат законодательно установленные требования охраны труда, содержащиеся в нормативных правовых актах, утверждаемых федеральными органами исполнительной власти. Действующая в настоящее время система законодательных и нормативных правовых актов охраны труда представляет собой сложную и неупорядоченную систему и применяется в рамках действующей в организации системы управления охраной труда.

Основными задачами трудового законодательства являются создание необходимых условий труда для работников, а также регулирование отношений по:

- «организации труда и управлению трудом;
- трудоустройству у данного работодателя;
- подготовке и дополнительному профессиональному образованию работников непосредственно у данного работодателя;
- социальному партнерству, ведению коллективных переговоров, заключению коллективных договоров и соглашений;
- участию работников и профессиональных союзов в установлении условий труда и применении трудового законодательства в предусмотренных законом случаях;
- материальной ответственности работодателей и работников в сфере труда;
- государственному контролю (надзору), профсоюзному контролю за соблюдением трудового законодательства (включая законодательство об охране труда) и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права;

- разрешению трудовых споров;
- обязательному социальному страхованию в случаях, предусмотренных федеральными законами» [16].

Оценка условий труда проходит согласно Методике проведения специальной оценки условий труда, приведенной в Федеральном законе от 28.12.2013 № 426. Методика устанавливает обязательные требования к последовательно реализуемым в рамках проведения специальной оценки условий труда процедурам.

Рассмотрим правила охраны труда и основные требования по эксплуатации технологических установок применительно к рассматриваемому объекту:

- «собственник обеспечивает возможность проведения техобслуживания, ремонта, реконструкции и модернизации оборудования;
- объем работ по техническому обслуживанию и ремонту установок определяется в зависимости от нужной степени их работоспособности;
- все виды производимых ремонтов оборудования производятся согласно заранее составленным годовым планам. Документы утверждаются техническим руководителем;
- собственник обязуется разработать долгосрочный план, по которому будет проводиться реконструкция и перевооружение оборудования;
- установка периодичности проведения всех видов ремонтных мероприятий, а также продолжительности ежегодных простоев осуществляется с учетом указаний заводов-производителей и действующих норм, согласно отрасли задействования;
- если истек срок службы технологических систем и оборудования, указанный в документации, установки в обязательном порядке проходят техническое освидетельствование. Специальными полномочиями наделена специально созданная комиссия, во главе

которой указывается технический руководитель. Комиссией оценивается состояние оборудования, а также устанавливаются сроки и условия дальнейшего его использования» [19].

Согласно государственным и отраслевым нормам безопасности, в прямую обязанность ответственного за эксплуатацию технологических установок оборудования рассматриваемого объекта ЛПДС входит организация обучения, инструктирования, проверки знаний и выдача допуска к самостоятельным работам персонала, обслуживающего технические системы предприятия.

На рассматриваемом объекте ЛПДС проводятся инструктажи персонала согласно законодательству: «Проведение инструктажей заключается в изложении в устной или письменной форме инструктирующим лицом инструктируемому лицу конкретных руководящих и обязательных для исполнения требований по условиям, порядку и последовательности безопасного совершения тех или иных конкретных действий во время исполнения инструктируемым лицом порученных ему трудовых и поведенческих функций» [13]. На ЛПДС проводят:

- вводный инструктаж («для всех принимаемых на работу лиц, а также для лиц, командированных на работу на предприятие – организатор обучения либо выполняющих подрядные (субподрядные) работы на подконтрольных предприятию – организатору обучения территории и объектах, а также для обучающихся образовательных организаций и учреждений соответствующих уровней, проходящих производственную практику, либо для иных лиц, участвующих в производственной деятельности предприятия – организатора обучения» [13];
- первичный и повторный инструктажи на рабочем месте («со всеми вновь принятыми на работу лицами, в том числе для выполнения краткосрочных, сезонных и иных временных работ, в свободное от основной работы время, а также на дому; с работающими,

переведенными в установленном порядке из другого подразделения, с командированным на работу, с персоналом подрядчиков с обучающимися образовательных учреждений» [13]);

- внеплановый инструктаж («при введении в действие новых или изменении законодательных и иных нормативных правовых актов, при изменении технологических процессов, замене или модернизации оборудования; при нарушении работниками требований охраны труда, по требованию должностных лиц органов государственного надзора и контроля, при перерывах в работе, по решению работодателя» [13]);
- целевой инструктаж («при выполнении разовых работ, при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и работ, на которые оформляется наряд-допуск, разрешение или другие специальные документы, а также при проведении в организации массовых мероприятий» [13]).

Основным входным документом, регламентирующим порядок проведения инструктажей на рассматриваемом объекте ЛПДС, является Постановление Минтруда от 13 января 2003 года N 1/29. На выходе процедуры создаются журнал инструктажей на рассматриваемом объекте, карточки прохождения обучения для сотрудников и т.д.

К выполнению работ в технологических установках оборудования рассматриваемого объекта ЛПДС допускаются лишь работники, прошедшие профессиональную подготовку и имеющие соответствующий допуск.

Перед допуском к самостоятельной работе работники оборудования рассматриваемого объекта ЛПДС проходят обучение по оказанию первой помощи при становлении несчастных случаев, а также действиям по освобождению лиц, пострадавшего от удара электрическим током.

Перед тем как приступить к обслуживанию технологических установок, персонал проходит проверку знаний правил безопасности и иных

нормативных требований и документов с присвоением соответствующей группы по безопасности.

Результаты проверки заносятся в соответствующее удостоверение, которое выдается работникам рассматриваемого объекта ЛПДС, прошедшим инструктаж. При наличии этого документа работники вправе приступать к техническим, ремонтным и другим видам работ в технологических установках.

По результатам проведения производственного контроля и спецоценки условий труда работодатель разрабатывает и выполняет в установленные им сроки перечень мероприятий по улучшению условий труда. Они направлены на снижение рисков для здоровья человека в части:

- профессиональных заболеваний;
- заболеваний (отравлений) и инфекционных заболеваний, связанных с условиями труда.

Во втором разделе настоящего исследования было установлено, что среди основных опасных и вредных производственных факторов, которые угрожают работникам линейно-производственным диспетчерским станциям можно выделить:

- «смеси углеводородов (химический фактор);
- общая вибрация, пониженная температура воздуха в производственных помещениях и на
- открытой территории, шум, высота, общая вибрация (физические факторы)» [13].

Поэтому, в соответствии с заданием в качестве способа автоматического контроля уровней опасных и вредных производственных факторов для резервуара РВС предлагается установка газосигнализаторов.

«Датчики сигнализаторов довзрывных концентраций устанавливаются только на той части площади открытой установки, где возможно оборудование с взрывопожароопасными продуктами. Датчики сигнализаторов довзрывных концентраций следует устанавливать в местах

наиболее вероятного выделения и скопления горючих паров и газов, но во всех случаях радиус обслуживания одного датчика не превышает 10 м. Датчики сигнализаторов следует располагать на высоте 0,5-1 м от нулевой отметки» [2, с. 240].

Также в третьем разделе после патентно-информационного анализа предлагается к использованию способ для контроля доступа к потенциально опасному оборудованию согласно патенту № 2718414. Предлагаемое устройство решает проблему повышения показателей оперативности и достоверности мониторинга состояния опасных производственных объектов предприятия.

В приложении А представлен также план мероприятий внедрения систем автоматического контроля уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах соответственно внедрению этого способа.

Суть данного мероприятия заключается в том, чтобы «всю обязательную документацию, которая ведётся организацией, перевести из бумажного в электронный вид и заполнять её непосредственно в личном кабинете в новой системе» [18].

«Программа в автоматическом режиме проанализирует эту информацию и при необходимости выдаст сведения об ошибках. Таким образом, у организации появится возможность самостоятельно себя проверить и исправить нарушения, не дожидаясь прихода инспектора» [18].

«Кроме того, новая система будет в онлайн-режиме обрабатывать и передавать в контролирующие органы информацию о технологических процессах, состоянии противоаварийных систем и возможных рисках возникновения опасных ситуаций. Это поможет прогнозировать и предотвращать аварии, а также позволит отменить плановые проверки на производстве, снизив административную нагрузку на организации» [17].

«Основная задача автоматического контроля уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах – оперативная

оценка рисков и прогнозирование возможности возникновения аварийных ситуаций на основе аналитической обработки информации о контролируемых параметрах объектов наблюдения, поступающей в режиме реального времени» [17].

Использование автоматизированного контроля промышленной безопасности в деятельности предприятий, эксплуатирующих опасные производственные объекты, связано, прежде всего, с переходом на риск-ориентированный подход.

В парадигме риск-ориентированного подхода к обеспечению безопасности традиционные механизмы контроля претерпевают существенные изменения [20]. Этот подход ориентирует предприятия на учет рисков и необходимость реализации упреждающих мер для их минимизации при организации эксплуатации опасных производственных объектов и контроля промышленной безопасности, а не только на формальное следование нормативам, определяющим периодичность выполнения тех или иных мероприятий.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

При идентификации экологических аспектов организации, согласно заданию исследования, было установлено, что «мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды является частью системы наблюдений за ее состоянием и загрязнением под воздействием объектов размещения отходов и осуществляется в целях предотвращения негативных изменений качества окружающей среды, информирования органов государственной власти РФ, органов государственной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления, юридических и физических лиц о состоянии и загрязнении окружающей среды в районах расположения объектов размещения отходов» [4, с. 49].

В качестве основной нагрузки, воздействующей на антропогенную среду от резервуарного парка, можно назвать воздействие на сточные воды. Поэтому на рисунке 5 обратимся к информации о их концентрации на рассматриваемом объекте.



Рисунок 5 – Анализ концентрация сточных вод резервуарного парка

Перечень отходов рассматриваемого объекта ЛПДС включает виды отходов, специфичные для данной отрасли, а именно:

- нефтешламы от зачистки резервуаров;
- нефтешламы от нефтеловушек; нефтешламы от очистки нефтепроводов;
- нефтешламы (осадок от фильтров-грязеуловителей);
- снятый грунт, загрязненный нефтепродуктами – нефтезагрязненный грунт после аварийных и иных разливов нефти;
- песок замасленный, сорбенты нефтезагрязненный;
- отходы прокладочных и изоляционных материалов, твердые (отработанная изоляционная пленка при ремонте трубопроводов).

Итак, согласно ФЗ Об охране окружающей среды: «Отходы производства и потребления, радиоактивные отходы подлежат сбору, накоплению, утилизации, обезвреживанию, транспортировке, хранению и захоронению, условия и способы которых безопасны для окружающей среды и регулируются законодательством Российской Федерации» [6].

Накопление отходов – «складирование отходов на срок не более чем 11 месяцев в целях их дальнейших обработки, утилизации, обезвреживания, размещения» [6].

На рассматриваемом объекте ЛПДС в зависимости от технологической и физико-химической характеристики отходов допускается их временно хранить:

- в производственных или вспомогательных помещениях;
- в нестандартных складских сооружениях (под надувными, ажурными и навесными конструкциями);
- в резервуарах, накопителях, танках и прочих наземных и заглубленных специально оборудованных емкостях;
- в вагонах, цистернах, вагонетках, на платформах и прочих передвижных средствах;
- на открытых приспособленных для хранения отходов площадках.

Программа производственного экологического контроля отражена в приложении Б.

В соответствии с представленными данными можно предложить следующие мероприятия, которые окажут положительное влияние на антропогенную нагрузку на ЛПДС:

Профилактические мероприятия снижения отрицательного воздействия на окружающую среду:

- «соблюдение всех норм технологического режима в процессе работы оборудования;
- качественное обучение и проверка знаний обслуживающего персонала по профессиям;
- соблюдение правил и инструкций по ТБ при проведении газоопасных огневых работ, а также при взаимодействии со сторонними организациями;
- проведение учебно-тренировочных занятий по ликвидации аварий и локализации пожаров и возгораний на площадке подготовки нефти с обслуживающим персоналом;
- блокировка оборудования и сигнализации при отклонении от нормальных условий технологических процессов;
- периодическое диагностирование узлов запорной арматуры ультразвуковыми, электромагнитными и другими приборами;
- выполнение антикоррозийной защиты надземных участков трубопроводов;
- прокладка трубопроводов в кожухах при пересечении ими автомобильных дорог;
- молниезащита и защита от статического электричества сооружений, технологического оборудования и трубопроводов» [4, с. 208].

6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

Отрасль хранения углеводородного сырья относится к классу опасных производств. Предприятиям этой отрасли, как, впрочем, и предприятиям других отраслей, характерны риски проявления техногенных ЧС и природных. Наносимый ущерб от подобных чрезвычайных ситуаций может измеряться несколькими миллиардами долларов в год и просматривается тенденция к увеличению размеров сумм.

Основные аварии, которые возможны на рассматриваемом объекте ЛПДС:

- «воспламенение нефтепродукта или взрыв его паров;
- утечка нефтепродукта;
- загрязнение рек, водоемов;
- ударная волна, которая может образовываться при взрывах горючих паровоздушных смесей;
- перелив нефтепродукта в резервуаре;
- пожар» [3, с. 160].

При анализе возможных техногенных аварий на рассматриваемом объекте, согласно заданию для настоящего исследования, выявилось следующие причины: физический износ и устаревание производственного оборудования, несвоевременное перевооружение технологического оборудования по различным причинам (недостаток финансовых средств, уклонение от необходим затрат и др.), низкий уровень трудовой дисциплины, несоблюдение требований и правил промышленной безопасности.

На рисунке 6 представлены основные причины аварийности на ЛПДС.



Рисунок 6 – Процентное распределение основных причин аварийности на ЛПДС

К тому же имеется тенденция снижения коэффициента обновления основного производственного фонда на ЛПДС. Следует признать, что в отечественной промышленной сфере в списке проблем имеется проблема старения большей части производственного оборудования. Немаловажным обстоятельством, из-за которого возрастает степень риска проявления ЧС служит возрастание насыщенности, скопления производств на конкретной территории.

Чтобы работа технологического оборудования протекала без наличия отказов и аварий, чтобы повысить его надежность необходимо предусмотреть превентивные мероприятия [16]. В данных мероприятиях главное состоит в таких действиях:

- «систематическое проведение работ по диагностике состояния паропроводов и технологического оборудования на базе современных технических средств;
- постоянный контроль изоляционных и антикоррозионных покрытий паропроводов;

- использование современных систем связи для оперативной передачи информации о состоянии наиболее опасных технологических участков;
- совершенствование способов и служб контроля утечек и систематического надзора за техническим состоянием всех технологических блоков;
- дополнительная противоаварийная подготовка персонала на специальных тренажах (с привлечением специалистов в области обеспечения промышленной безопасности) по обработке действий в опасных условиях при конкретных сценариях развития аварий на всех технологических блоках;
- повышение уровня автоматизации и главное – применение надежных в эксплуатации датчиков, преобразователей, систем автоматики и телемеханики;
- учет информации об авариях, отказах, неполадках и осложнениях в ходе технологического процесса с использованием современных средств обработки, хранения и оперативной передачи данных» [2, с. 347].

В разработанном плане эвакуации для ЛПДС содержатся следующие положения:

- общие положения. Здесь перечислены ссылки на основные законодательные нормы, кратко указана нормативная база и четко оговорено обязательное исполнение всеми сотрудниками;
- передача информации по пожарной/аварийной ситуации. Здесь приведен перечень признаков воспламенения и развития пожара, описан порядок передачи сведений пожарному подразделению, руководящему составу фирмы, сотрудникам, ответственным за пожаробезопасность;
- перечень действий сотрудников при эвакуации. Здесь четко оговорены меры, необходимые для предотвращения развития

пожара, для сохранения здоровья и жизни сотрудников: отключить электропитание, использовать СИЗ, также приводится последовательность обязательных действий дежурных сотрудников, руководителей структурных подразделений, назначенного руководством ответственного за пожаробезопасность и указан пункт сбора сотрудников на улице;

- первичные средства ликвидации возгорания. Здесь в кратком варианте представлен порядок запуска в действие углекислого или порошкового огнетушителя, указаны места их расположения и местонахождение водяных пожарных кранов. Также оговорены ситуации, в которых следует применять средство тушения огня.

«Сигнал оповещения является командой для проведения мероприятий по гражданской обороне и защите населения от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера органами управления и силами гражданской обороны и единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также для применения населением средств и способов защиты» [7].

План ликвидации последствий на рассматриваемом объекте ЛПДС рассмотрим на примере разлива нефтепродукта, он включает:

- «остановка технологического коридора;
- поиск точного места аварии и определение ее характера, определение МНПП, на котором произошла авария. Запуск не поврежденных МНПП;
- отключение поврежденного участка линейными задвижками;
- сбор, подготовка и доставка персонала, материалов и технических средств к месту аварии по заранее определенным маршрутам с указанием транспортных средств: наземных (колесных, гусеничных), водных, железнодорожных» [2, с. 150].

Процедура создания и поддержания в постоянной готовности системы оповещения о ЧС представлена в приложении В.

7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Во втором разделе исследования была выявлена проблема необходимости создания средств для контроля доступа к потенциально опасному оборудованию ЛПДС так как оборудование, расположенное на производственном объекте, может быть опасным для сотрудников.

Таким образом, при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта необходимо предусмотреть систему контроля доступа персонала к потенциально опасному оборудованию.

Предлагаемый способ для контроля позволит автоматизировать доступ к потенциально опасному оборудованию, дав возможность только специально обученному персоналу управлять им, что сократит временные затраты на выполнение производственного процесса. Помимо этого, повышение показателей оперативности и достоверности мониторинга состояния опасных производственных объектов предприятия снижает травматизм работников, которые не имеют достаточной квалификации для работы с ним.

«После проведения всех мероприятий по оценке состояния условий труда, составим план по их улучшению в таблице 8» [8].

Таблица 8 – План мероприятий по повышению эффективности мероприятий по обеспечению промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта

Наименование структурного подразделения, рабочего места	Наименование мероприятия	Цель мероприятия	Срок выполнения	Структурные подразделения, привлекаемые для выполнения
1	2	3	4	5
Резервуарный парк	Применение способа для контроля доступа к потенциально опасному оборудованию	Техническим результатом заявленного способа является повышение показателей	15.01.2021-01.08.2021	Отдел главного инженера Отдел охраны труда

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5
		оперативности и достоверности мониторинга состояния опасных производственных объектов предприятия.		

Исходные данные для расчета представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Данные для расчета размера скидки (надбавки) к страховому тарифу

Показатель	усл. обоз.	ед. изм.	Данные по годам		
			2019	2020	2021
1	2	3	4	5	6
«Среднесписочная численность работающих» [8].	N	чел	185	189	190
«Количество страховых случаев за год» [8].	K	шт.	2	2	1
«Количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом» [8].	S	шт.	2	2	1
«Число дней временной нетрудоспособности в связи со страховым случаем» [8].	T	дни	21	25	14
«Сумма обеспечения по страхованию» [8].	O	млн. руб.	0,02	0,02	0,01
«Фонд заработной платы за год» [8].	ФЗП	млн. руб.	3,7	4,2	4,8
«Число рабочих мест, на которых проведена аттестация рабочих мест» [8].	q11	шт.	180	185	188
«Число рабочих мест, подлежащих аттестации» [8].	q12	шт.	5	4	2
«Число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным классам условий труда» [8].	q13	шт.	179	180	180
«Число работников, прошедших обязательные медицинские осмотры» [8].	q21	шт.	185	189	190
«Число работников, подлежащих направлению на обязательные медицинские осмотры» [8].	q22	шт.	0	0	0

«Показатель $a_{стр}$ рассчитывается по следующей формуле» [8]:

$$a_{cmp} = \frac{O}{V} \quad (24)$$

где «O – сумма обеспечения по страхованию, произведенного за три года, предшествующих текущему, (руб.)» [8];

«V – сумма начисленных страховых взносов за три года, предшествующих текущему (руб.)» [8].

$$a_{cmp_{2021}} = \frac{0,01}{6,24} = 0,002$$

$$V = \sum \PhiЗП \cdot t_{cmp} \quad (25)$$

где «t_{стр} – страховой тариф на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [8].

$$V_{2021} = 4,8 \cdot 1,3 = 6,24$$

«Количество страховых случаев у страхователя, на тысячу работающих» [8]:

$$b_{cmp} = \frac{K \cdot 1000}{N} \quad (26)$$

«где «K – количество случаев, признанных страховыми за три года, предшествующих текущему» [8];

«N – среднесписочная численность работающих за три года, предшествующих текущему (чел.)» [8].

$$b_{cmp_{2021}} = \frac{9 \cdot 1000}{190} = 47,4$$

«Количество дней временной нетрудоспособности у страхователя на один несчастный случай» [8]:

$$c = \frac{T}{S} \quad (27)$$

где «Т – число дней временной нетрудоспособности в связи с несчастными случаями, признанными страховыми, за три года, предшествующих текущему» [8];

«S – количество несчастных случаев, признанных страховыми, исключая случаи со смертельным исходом, за три года, предшествующих текущему» [8].

$$c_{2021} = \frac{46}{9} = 5,1$$

«Коэффициент проведения специальной оценки условий труда» [8]:

$$q_1 = \frac{q_{11} - q_{13}}{q_{12}} \quad (28)$$

где «q₁₁ – количество рабочих мест, в отношении которых проведена специальная оценка условий труда на 1 января текущего календарного года организацией, проводящей специальную оценку условий труда, в установленном законодательством Российской Федерации порядке» [8];

«q₁₂ – общее количество рабочих мест» [8];

«q₁₃ – количество рабочих мест, условия труда на которых отнесены к вредным или опасным условиям труда по результатам проведения специальной оценки условий труда» [8].

$$q_{1_{2021}} = \frac{188 - 180}{2} = 4$$

«Коэффициент проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров» [8]:

$$q_2 = \frac{q_{21}}{q_{22}} \quad (29)$$

«где q_{21} – число работников, прошедших обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами на 1 января текущего календарного года» [8];

« q_{22} – число всех работников, подлежащих данным видам осмотра, у страхователя» [8].

$$q_{2_{2021}} = \frac{190}{0} = 0$$

«Рассчитываем размер скидки по формуле» [8]:

$$C = \left\{ 1 - \frac{\left(\frac{a_{cmp}}{a_{вэд}} + \frac{b_{cmp}}{b_{вэд}} + \frac{c_{cmp}}{c_{вэд}} \right)}{3} \right\} \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot 100, \quad (30)$$

$$C = \left\{ 1 - \frac{\left(\frac{0,002}{0,05} + \frac{5,3}{1,56} + \frac{14}{97,74} \right)}{3} \right\} \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 100 = 0,81$$

«Размер страхового тарифа на следующий год» [8]:

$$t_{cmp}^{2021} = t_{cmp}^{2020} + t_{cmp}^{2020} \cdot C, \quad (31)$$

$$t_{cmp}^{2021} = t_{cmp}^{2020} - t_{cmp}^{2020} \cdot C = 1,3 - 1,3 \cdot 0,81 / 100 = 1,29$$

«Размер страховых взносов по новому тарифу в следующем году» [11]:

$$V^{2021} = \Phi \Pi^{2020} \cdot t_{\text{ср}}^{2021}, \quad (32)$$

$$V^{2021} = 4,8 \cdot 1,29 = 6,2$$

«Размер снижения страховых взносов» [11]:

$$\mathcal{E} = V^{2020} - V^{2021}, \quad (33)$$

$$\mathcal{E} = 6,2 - 4,8 = 1,4$$

Исходные данные для расчета представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Исходные данные для расчета

Наименование показателя	усл. обозн.	ед. измер.	Данные	
			1	2
1	2	3	4	5
«Численность занятых, работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям» [8].	Ч_i	чел.	6	2
«Годовая среднесписочная численность работников» [8].	ССЧ	чел.	190	
«Число пострадавших от несчастных случаев на производстве» [8].	$\text{Ч}_{\text{нс}}$	чел.	1	0
«Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями» [8].	$\text{Д}_{\text{нс}}$	дн	14	0
«Плановый фонд рабочего времени в днях» [8].	$\Phi_{\text{план}}$	дни	247	247
«Время оперативное» [8].	t_o	мин	15	13
«Время обслуживания рабочего места» [8].	$t_{\text{ом}}$	мин	10	9
«Время на отдых» [8].	$t_{\text{отл}}$	мин	5	5
«Ставка рабочего» [8]	$T_{\text{чс}}$	руб/час	75	
«Коэффициент доплат» [8].	$k_{\text{допл.}}$	%	–	
«Продолжительность рабочей смены» [8].	T	час	8	
«Количество рабочих смен» [8].	S	шт	122	
«Коэффициент материальных затрат в связи с несчастным случаем» [8].	μ		2	
Единовременные затраты	$Z_{\text{ед}}$	руб.	519000	

«Уменьшение численности занятых ($\Delta Ч$), работающих в условиях, которые не отвечают нормативно-гигиеническим требованиям» [8]:

$$\Delta Ч = \frac{Ч_1 - Ч_2}{ССЧ} \cdot 100\% \quad (34)$$

«ССЧ– годовая среднесписочная численность работников, чел» [8].

$$\Delta Ч = \frac{6 - 2}{190} \cdot 100 = 2,1$$

«Коэффициент частоты травматизма» [8]:

$$K_{\text{ч}} = \frac{Ч_{\text{НС}} \cdot 1000}{ССЧ}, \quad (35)$$

$$K_{\text{ч}_1} = \frac{9 \cdot 1000}{190} = 47,4$$

$$K_{\text{ч}_2} = \frac{0 \cdot 1000}{190} = 0$$

«Коэффициент тяжести травматизма» [8]:

$$K_{\text{т}} = \frac{Д_{\text{НС}}}{Ч_{\text{НС}}} \quad (36)$$

«где $Ч_{\text{НС}}$ – число пострадавших от несчастных случаев на производстве чел» [8].

$$K_{\text{т}_1} = \frac{46}{9} = 5,1$$

$$K_{\text{т}_2} = \frac{0}{0} = 0$$

«Изменение коэффициента частоты травматизма» [8] (ΔK_q):

$$\Delta K_q = 100 - \frac{K_{q_2}}{K_{q_1}}, \quad (37)$$

$$\Delta K_q = 100 - \frac{0}{47,4} = 100$$

«Изменение коэффициента тяжести травматизма» [8] (ΔK_T):

$$\Delta K_T = 100 - \frac{K_{T_2}}{K_{T_1}}, \quad (38)$$

$$\Delta K_T = 100 - \frac{0}{5,1} = 100$$

«Потери рабочего времени в связи с временной утратой трудоспособности на 100 рабочих за год» [8]:

$$BUT = \frac{100 \cdot D_{HC}}{ССЧ}, \quad (39)$$

$$BUT_1 = \frac{100 \cdot D_{HC}}{ССЧ} = \frac{100 \cdot 46}{190} = 24,2$$

$$BUT_2 = \frac{100 \cdot D_{HC}}{ССЧ} = \frac{100 \cdot 0}{190} = 0$$

«Фактический годовой фонд рабочего времени 1 основного рабочего» [8]:

$$\Phi_{ФАКТ} = \Phi_{ПЛАН} - BUT, \quad (40)$$

$$\Phi_{ФАКТ_1} = 247 - 24,2 = 222,8$$

$$\Phi_{ФАКТ_2} = 247 - 0 = 247$$

«Прирост фактического фонда рабочего времени 1 основного рабочего после проведения мероприятия по охране труда» [8]:

$$\Delta\Phi_{\text{ФАКТ}} = \Phi_{\text{ФАКТ}_2} - \Phi_{\text{ФАКТ}_1}, \quad (41)$$

$$\Delta\Phi_{\text{ФАКТ}} = 247 - 222,8 = 24,2$$

«Относительное высвобождение численности рабочих за счет снижения количества дней невыхода на работу» [8]:

$$\mathcal{E}_q = \frac{BUT_1 - BUT_2}{\Phi_{\text{ФАКТ}_1}} \cdot \mathcal{C}_1 = \frac{24,2 - 0}{222,8} \cdot 2 = 0,11 \quad (42)$$

« $\Phi_{\text{факт1}}$ – фактический фонд рабочего времени 1 рабочего до проведения мероприятия, дни» [8];

«Общий годовой экономический эффект ($\mathcal{E}_Г$) от мероприятий» [8]:

$$\mathcal{E}_Г = \mathcal{E}_{\text{МЗ}} + \mathcal{E}_{\text{УСЛ.ТР}} + \mathcal{E}_{\text{СТРАХ}} \quad (43)$$

«Среднедневная заработная плата» [8]:

$$ЗПЛ_{\text{ДН}} = T_{\text{час}} \cdot T \cdot S \cdot (100\% + k_{\text{донл}}), \quad (44)$$

$$ЗПЛ_{\text{ДН}} = 75 \cdot 8 \cdot 122 \cdot (100\% + 0) = 761,3$$

«Материальные затраты в связи с несчастными случаями на производстве» [8]:

$$P_{\text{МЗ}} = BUT \cdot ЗПЛ_{\text{ДН}} \cdot x \cdot \mu, \quad (45)$$

$$P_{\text{МЗ}_1} = 7,37 \cdot 761,3 = 5610,8$$

$$P_{M3_2} = 0 \cdot 761,3 \cdot 2 = 0$$

«Годовая экономия материальных затрат» [8]:

$$\mathcal{E}_{M3} = P_{M3_1} - P_{M3_2} \quad (46)$$

«где P_{M3_1} , P_{M3_2} — материальные затраты в связи с несчастными случаями до и после проведения мероприятий, руб» [8].

« $T_{\text{чс}}$ — часовая тарифная ставка, руб/час» [8].

$$\mathcal{E}_{M3} = 5610,8 - 0 = 5610,8$$

«Среднегодовая заработная плата» [8]:

$$ЗПЛ_{\text{год}} = ЗПЛ_{\text{дн}} \cdot \Phi_{\text{план}} = 761,3 \cdot 122 = 92878,6 \quad (47)$$

«Годовая экономия за счет уменьшения затрат на выплату льгот» [8]:

$$\mathcal{E}_{\text{УСЛ.ТР}} = Ч_1 \cdot ЗПЛ_{\text{год}_1} - Ч_2 \cdot ЗПЛ_{\text{год}_2} = \quad (48)$$

«где $ЗПЛ_{\text{дн}}$ — среднедневная заработная плата одного работающего (рабочего), руб» [8].

$$\mathcal{E}_{\text{УСЛ.ТР}} = 6 \cdot 92878,6 - 2 \cdot 92878,6 = 371518,4$$

«Годовая экономия по отчислениям на социальное страхование» [8]:

$$\mathcal{E}_{\text{СТРАХ}} = \mathcal{E}_{\text{УСЛ.ТР}} \cdot t_{\text{стр}} = 371518,4 \cdot 1 = 371518,4 \quad (49)$$

«где $t_{\text{страх}}$ — страховой тариф по обязательному социальному страхованию» [8].

$$\mathcal{E}_r = 5610,8 + 371518,4 + 371518,4 = 748647,6$$

«Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий» [8]:

$$T_{eo} = \frac{Z_{eo}}{\mathcal{E}_r} = \frac{519000}{748647,6} = 0,69 \quad (50)$$

«Коэффициент экономической эффективности затрат» [8]:

$$E_{eo} = \frac{1}{T_{eo}} = \frac{1}{0,69} = 1,45$$

«где $T_{ед}$ – срок окупаемости единовременных затрат, год» [8].

«Прирост производительности труда за счет уменьшения затрат времени» [8]:

$$П_{mp} = \frac{t_{ум1} - t_{ум2}}{t_{ум1}} \cdot 100\% \quad (51)$$

«Суммарные затраты времени на технологический цикл» [8]:

$$t_{ум1} = t_o + t_{ом} + t_{отл}, \quad (52)$$

$$t_{ум1} = 15 + 10 + 5 = 30 \text{ мин.}$$

$$t_{ум2} = 13 + 9 + 5 = 27 \text{ мин.}$$

$$П_{mp} = \frac{30 - 27}{30} \cdot 100\% = 10\%$$

«Прирост производительности труда за счет экономии численности работников» [8]:

$$P_{\varepsilon_q} = \frac{\varepsilon_q \cdot 100\%}{ССЧ - \varepsilon_q}, \quad (53)$$

$$P_{\varepsilon_q} = \frac{0,11 \cdot 100\%}{190 - 0,18} = 0,06$$

Итак, предлагаемое устройство – способ для контроля доступа к потенциально опасному оборудованию согласно патенту № 2718414.

Техническим результатом заявленного способа является повышение показателей оперативности и достоверности мониторинга состояния опасных производственных объектов предприятия.

По результатам экономического анализа мы получили увеличение производительности на 10%, годовую экономию по отчислениям на социальное страхование, экономию затрат на выплату льгот, экономию материальных затрат. В итоге общий годовой экономический эффект составил 748647,6 тыс.руб. Срок окупаемости затрат равен 0,69 года.

Заключение

Данное исследование рассмотрим на примере охраняемого ГКУ «Центр по делам ГО, ПБ и ЧС» по Самарской области объекта – линейно-производственной диспетчерской станции, расположенной на Обводном шоссе, 32.

Обеспечение промышленной безопасности при вводе в эксплуатацию опасного производственного объекта включает в себя достаточно масштабные процедуры, выполнение которых организовывается обязательно с соблюдением законодательных требований Российской Федерации.

Во втором разделе исследования была выявлена проблема необходимости создания средств для контроля доступа к потенциально опасному оборудованию ЛПДС так, чтобы только обученные люди могли использовать это оборудование.

Для того, чтобы выбрать наилучшее техническое решение был проведен патентно-информационный поиск. На основе проведенного патентно-информационного анализа нами был выбран способ для контроля доступа к потенциально опасному оборудованию согласно патенту № 2718414.

Техническим результатом заявленного способа является повышение показателей оперативности и достоверности мониторинга состояния опасных производственных объектов предприятия.

В разделе «Охрана труда» разработан план мероприятий внедрения систем автоматического контроля уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах.

Суть данного мероприятия заключается в том, чтобы всю обязательную документацию, которая ведётся организацией, перевести из бумажного в электронный вид и заполнять её непосредственно в личном кабинете в новой системе.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» проанализирована основная нагрузка, воздействующей на антропогенную среду от ЛПДС, предложены профилактические мероприятия снижения отрицательного воздействия на окружающую среду. Представлена блок-схема экологического контроля, предлагаемая для разработки мер по охране окружающей среды на ЛПДС.

Таким образом, вдумчивое изучение документов (в том числе региональных) и претворение их требований в жизнь (возможно, с помощью специально разработанной на предприятии инструкции) будет залогом правильной организации накопления отходов.

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» охарактеризовано распределение основных причин аварийности на ЛПДС, проанализирована схема оповещения в случае возникновения аварийной ситуации на ЛПДС. Составлена процедура создания и поддержания в постоянной готовности системы оповещения о ЧС.

В последнем разделе проведена оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Список используемой литературы

1. Бюллетень производственного травматизма в РФ в 2020 году [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/working_conditions/ (дата обращения 07.08.2021).
2. Вишняков Я. Д. Безопасность жизнедеятельности 4-е изд., пер. и доп. учебник. Люберцы : Юрайт, 2017. 543 с.
3. Волков О. М. Безопасность резервуаров с нефтепродуктами. СПб. : Изд.-во Политехн. ун.-та. 2017. 398 с.
4. Калыгин В. Г. Промышленная экология. М. : Академия, 2017. 312 с.
5. О техническом регулировании [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ. URL: <https://sudrf.cntd.ru/document/901836556> (дата обращения: 18.08.2021).
6. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 02.07.2021). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 14.08.2021).
7. Об утверждении Положения о системах оповещения населения [Электронный ресурс] : Приказ Министерства РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий от 31.07.2020 № 578. URL: <https://docs.cntd.ru/document/565649076> (дата обращения: 05.09.2021).
8. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности [Электронный ресурс] : Методические указания по выполнению раздела 7. URL: <https://edu.rosdistant.ru/course/view.php?id=3014> (дата обращения: 05.08.2021).
9. Пат. 2718414 Российская Федерация. Система и способ для контроля доступа к потенциально опасному оборудованию / П.М. Подгурский; правообладатель: Шлюмбергер Текнолоджи. №2015141877; заявл. 01.10.2015; опубл. 06.04.2017. Бюлл. №4. 16 с.
10. Пат. №2582029 Российская Федерация. Способ обеспечения ПБ

установок и агрегатов химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств в условиях их эксплуатации / А.В. Костюков; правообладатель: ООО «Динамика». №2018123639; заявл. 28.06.2018; опубл. 16.05.2019. Бюлл. №5. 24 с.

11. Пат. №25363510 Российская Федерация. Информационно-управляющая система комплексного контроля безопасности опасного производственного объекта / И.В. Билера; правообладатель: институт им. А.В. Топчиева; № 2006115006; заявл. 04.05.2006; опубл. 27.03.2008. Бюлл. №7. 9 с.

12. Правила технической эксплуатации резервуаров [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 58623-2019. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200169168> (дата обращения: 25.08.2021).

13. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.003-2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 11.12.2020).

14. Технологический регламент обслуживания технологических трубопроводов ЛПДС. ГКУ «Центр по делам ГО, ПБ и ЧС» по Самарской области, 2020. 46 с.

15. Уколов А. М. Оборудование и техническое устройство резервуаров // Наука и инновации в техносферной безопасности. 2019. №6. С. 20-31.

16. Application of foam in the petroleum industry // Fire Int. 2016. № 98. 582 p.

17. Fisher E. L. Mathes: an expert system for material handling equipment selection // Engineering Costs and Production Economics. № 14. 2017. Pp. 297–310.

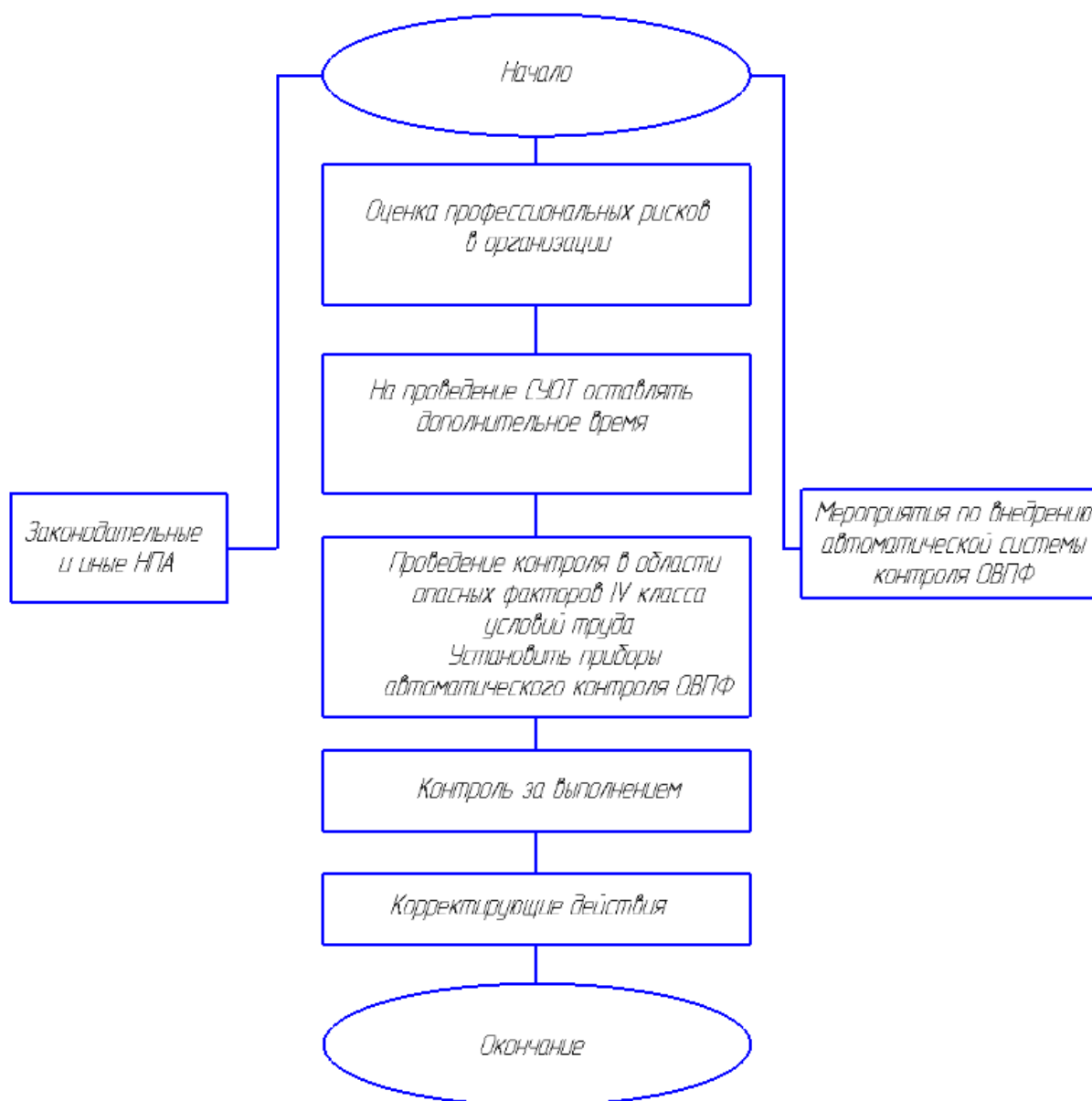
18. Kumar C. N. Analysis of Material Handling Safety in Construction Sites and Countermeasures for Effective Enhancement // Felix Chan. №2. 2016. Pp. 297–310.

19. Neitzel R. L. A review of crane safety in the construction industry // Applied Occupational and Environmental Hygiene. № 16. 2016. Pp. 1106–1117.

20. Zwetsloot G. I. Regulatory risk control through mandatory occupational safety and health (OSH) certification and testing regimes // Safety Science. № 49. 2016. Pp. 995–1006.

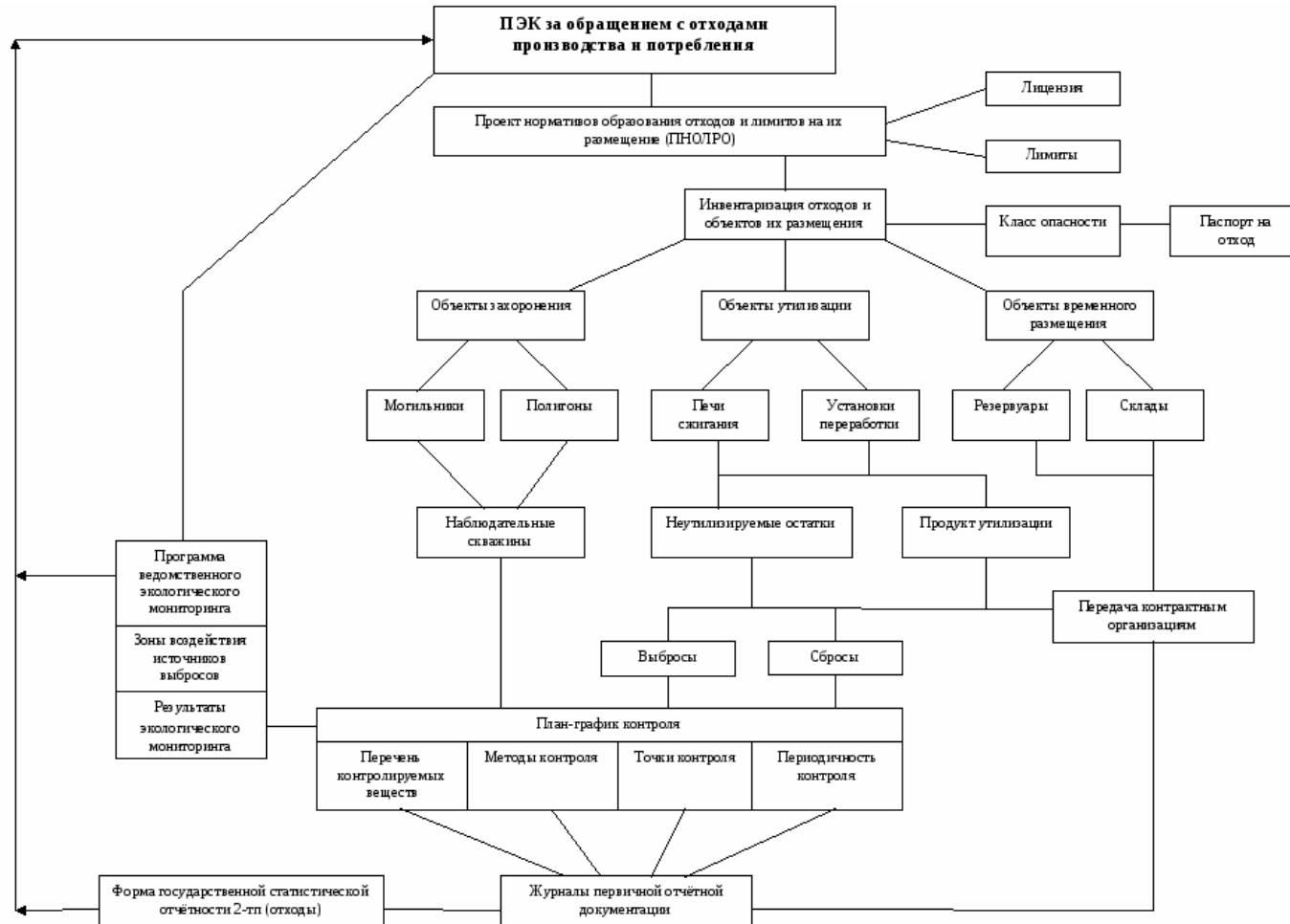
Приложение А

План мероприятий внедрения систем автоматического контроля уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах



Приложение Б

Программа производственного экологического контроля



Приложение В

Процедура создания и поддержания в постоянной готовности системы оповещения о ЧС

