

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Аудит комплексной безопасности в промышленности

(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему «Технологический аудит ОПО на соответствие требованиям
промышленной безопасности Российской Федерации для определения его
фактического состояния»

Студент

В.В. Бочкарев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

Фрезе Т.Ю., к.э.н., доцент

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

Тольятти 2022

Содержание

Введение.....	3
Термины и определения	8
Перечень сокращений и обозначений.....	9
1 Анализ особенностей промышленной безопасности в РФ.....	10
1.1 Особенности системы управления промышленной безопасностью	10
1.2 Методы организации промышленной безопасности на производстве...23	
2 Исследование и реализация системы методов обеспечения промышленной безопасности на объекте.....	32
2.1 Характеристика объекта исследования с точки зрения промышленной безопасности	32
2.2 Методы реализации системы обеспечения промышленной безопасности в отрасли.....	41
3 Опытнo-экспериментальная апробация системы методов обеспечения промышленной безопасности.....	58
3.1 Результаты аудита промышленной безопасности на объекте.....	58
3.2 Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации.....	70
Заключение	76
Список используемых источников.....	82

Введение

Все чаще возникает вопрос обеспечения промышленной безопасности со стороны действующих предприятий городской инфраструктуры всех сфер рыночной экономики. Увеличение производственных масштабов, рост предприятий химической, машиностроительной и других отраслей экономики заставляет подумать об обеспечении безопасности на всех этапах производства. Особенную угрозу представляют химические предприятия и объекты нефтехимического комплекса. Подтверждением этому является чрезвычайная ситуация в Норильске, сложившаяся в результате разгерметизации резервуара с дизельным топливом, произошел розлив нефти 29 мая 2020 года [4]. Считается, что это самая крупная катастрофа техногенного характера, когда-либо происходившая в арктической зоне РФ.

Таким образом, на сегодняшний день, проблема обеспечения промышленной безопасности – актуальный вопрос современности [7]. Проведение периодических проверок соблюдения технологических режимов, связанных с обеспечением промышленной безопасности – это первоочередная цель с рядом задач, направленных на безопасность процессов производственных объектов. Статистические данные и опытные исследования показывают, что восстановление после аварийных ситуаций, а также ЧС затрагивает большие временные затраты, кадровые ресурсы, а также порой невосполнимо [24]. Следовательно, для поддержания устойчивого равновесия и нейтрального соседства производственных предприятий необходим практический опыт в реализации усовершенствованных методов борьбы с нарушением технологических режимов, новые пути решения по контрольно-проверочным мероприятиям на ОПО [6].

Тема магистерской диссертации: «Технологический аудит ОПО на соответствие требованиям промышленной безопасности Российской Федерации для определения его фактического состояния».

Актуальность и научная значимость настоящего исследования состоит в том, что среди многочисленных аварий и инцидентах в мире особое место занимают аварийные ситуации, связанные с нарушением технического регламента на производственных объектах. Проработка проблемы характеризуется необходимостью исследования, совершенствования в области аудита и надзорных мероприятий, позволяющих контролировать производственный процесс и обеспечивать прозрачность информации о реализуемых масштабах производства с наименьшим уроном для людей и экологии.

Объект исследования: система управления и организации по технологическому аудиту ОПО по промышленной безопасности.

Предмет исследования: процессы принятия управленческих решений при обеспечении требований промышленной безопасности.

Цель исследования: совершенствование способов контрольно-надзорных мероприятий для реальной оценки и состояния промышленной безопасности ОПО.

Гипотеза исследования состоит в том, что, если проанализировать нормы промышленной безопасности, определить методы организации промышленной безопасности на производстве, а также осуществить патентный поиск технических и организационно-технических методов и средств, можно выявить и совершенствовать существующие способы проведения аудита ОПО, а также разработать пути повышения эффективности промышленной безопасности на объекте, взятого для рассмотрения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить задачи:

- проанализировать нормативно-правовое обеспечение и состояние промышленной безопасности в РФ;
- определить методы организации промышленной безопасности на производстве;
- исследовать систему методов обеспечения промышленной безопасности на выбранном объекте;

- исследовать объект на соблюдение требований безопасности, определить критерии оценки функционирования системы обеспечения промышленной безопасности на объекте;
- описать сведения о категории зданий, сооружений, помещений, оборудования и наружных установок по признаку промышленной безопасности;
- предложить методы реализации системы обеспечения промышленной безопасности в отрасли и определить экономический эффект от внедрения.

Теоретико-методологическую основу исследования составили: нормативно-правовая документация относительно требований промышленной безопасности к зданиям и сооружениям и критерий отнесения к ОПО, учебные пособия по промышленной безопасности, методические рекомендации по действию в условиях аварийных ситуаций [36].

Базовыми для настоящего исследования явились также: методы ведения безопасного технологического процесса, информационные данные практической работы в сфере промышленной безопасности ОПО, результаты испытаний технологического оборудования, техники объекта.

Методы исследования: теоретический, статистический, расчетный, метод анализа, библиографический, метод мозгового штурма и принятия решений.

Опытно-экспериментальная база исследования проводилась на базе Института инженерной и экологической безопасности Тольяттинского Государственного Университета.

Научная новизна исследования заключается в:

- предложении сценариев и методов для организации промышленной безопасности;
- предложении инновационных технических устройств для оптимального и рационального ведения технологического процесса.

Теоретическая значимость исследования заключается в:

- данных узкоспециализированных особенностей промышленной безопасности ОПО;
- описании способов организации промышленной безопасности и аудита ОПО;
- выявлении и анализе информации (характерные черты) на основе статистических данных об аварийных ситуациях и их ликвидации.

Практическая значимость исследования состоит в рекомендации к применению сформулированных способов и мер промышленной безопасности, а также внедрению приведенных технических устройств, которые способны повысить эффективность по безопасности технологического процесса.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:

- действующими нормативно-правовыми актами РФ актуальной редакции;
- системной проработкой проблемы обеспечения промышленной безопасности зданий и сооружения в области ведения производственного процесса;
- методическими рекомендациями и рекомендательными документами в области промышленной безопасности;
- глубиной исследования основных концепций ныне действующих методов промышленной безопасности и приемов ликвидации аварийных ситуаций.

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в написании статьи по теме промышленной безопасности, изучении характеристики рассматриваемого объекта, конкретизации способов промышленной безопасности, выявлении слабых сторон и методах решения промышленной обеспеченности.

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования в ходе аудита и проверок надзорными органами объекта промышленной опасности, выводы и предложенные методы представлены на рассмотрение должностным лицам организации и органов надзора.

На защиту выносятся:

- проанализированные сведения нормативно-правового обеспечения и факты состояния промышленной безопасности в РФ;
- определенные методы организации промышленной безопасности на производстве;
- исследование объекта на соблюдение требований безопасности, определить критерии оценки функционирования системы обеспечения промышленной безопасности на объекте [42];
- предложенные методы реализации системы обеспечения промышленной безопасности в отрасли и определить экономический эффект от внедрения.

Основные результаты представлены в следующих публикациях:

Бочкарев В.В. Технологический аудит ОПО на соответствие требованиям промышленной безопасности // Интернаука: электрон. научн. журн. 2022. № 18(241). С. 8–11. [Электронный ресурс] – URL: <https://internauka.org/journal/science/internauka/241> (дата обращения: 27.06.2022).

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, 3 разделов, заключения, содержит 4 рисунка, 11 таблиц, список использованной литературы (53 источника). Основной текст работы изложен на 89 страницах.

Термины и определения

«Загрязнение окружающей среды – поступление в окружающую среду вещества и (или) энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду» [31].

«Информация о состоянии окружающей среды – сведения независимо от формы их представления об окружающей среде, в том числе о ретроспективном, текущем и прогнозируемом состоянии окружающей среды, ее загрязнении, происходящих в ней процессах и явлениях, а также о воздействии на окружающую среду осуществляемой и планируемой хозяйственной и иной деятельности, о проводимых и планируемых мероприятиях в области охраны окружающей среды» [31].

«Технологические нормативы – нормативы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, нормативы допустимых физических воздействий, которые устанавливаются с применением технологических показателей» [31].

«Нарушение требований пожарной безопасности – невыполнение или ненадлежащее выполнение требований пожарной безопасности» [25].

«Система газоснабжения – имущественный производственный комплекс, состоящий из технологически, организационно и экономически взаимосвязанных и централизованно управляемых производственных и иных объектов, предназначенных для добычи, транспортировки, хранения, поставок газа» [18].

«Система управления промышленной безопасностью – комплекс взаимосвязанных организационных и технических мероприятий, осуществляемых организацией, эксплуатирующей ОПО, в целях предупреждения аварий и инцидентов на ОПО, локализации и ликвидации последствий таких аварий» [28].

Перечень сокращений и обозначений

- АБК – административно-бытовой корпус
- АУПТ – автоматическая установка пожаротушения
- АХОВ – аварийно-химические опасные вещества
- ВД – высокое давление
- ВМП – воздушно-механическая пена
- ИГП – индустриальное гидравлическое масло
- КПД – коэффициент полезного действия
- НС – несчастный случай
- ООО – общество с ограниченной ответственностью
- ОПО – опасный производственный объект
- ОТиПБ – охрана труда и промышленная безопасность
- ПБ – промышленная безопасность
- ПК – пожарный кран
- СИЗ – средства индивидуальной защиты
- СМИ – средства массовой информации
- СУОТ – система управления охраной труда
- ТП – трансформаторная подстанция
- ЧС – чрезвычайная ситуация [24]

1 Анализ особенностей промышленной безопасности в РФ

1.1 Особенности системы управления промышленной безопасностью

Промышленная безопасность нефтехимического комплекса связана с безопасной работой технологического процесса, действующего на территории объектов защиты. Это хранение нефтепродуктов, переработка сырья, перевозка.

«К видам деятельности в области промышленной безопасности относятся проектирование, строительство, эксплуатация, 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» [28].

За последние десятилетия в связи с ростом рыночной экономики заметно увеличивается количество объектов с наличием технологического процесса, объектов досугового и бытового значения с временным пребыванием людей. Вместе с тем, возникает вопрос и об обеспечении безопасности людей в здании, появляется термин техносферная безопасность [26]. Это и охрана труда, и промышленная безопасность, охрана окружающей среды и, наконец, пожарная безопасность.

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

потребления, косметические средства, одежды [33].

«Системы управления промышленной безопасностью обеспечивают:

- определение целей и задач организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, в области промышленной безопасности, информирование общественности о данных целях и задачах [27];
- идентификацию, анализ и прогнозирование риска аварий на опасных производственных объектах и связанных с такими авариями угроз;
- планирование и реализацию мер по снижению риска аварий на опасных производственных объектах, в том числе при выполнении работ или оказании услуг на опасных производственных объектах сторонними организациями либо индивидуальными предпринимателями;
- координацию работ по предупреждению аварий и инцидентов на опасных производственных объектах;
- осуществление производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности;
- безопасность опытного применения технических устройств на опасных производственных объектах;
- своевременную корректировку мер по снижению риска аварий на опасных производственных объектах;
- участие работников организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, в разработке и реализации мер по снижению риска аварий на опасных производственных объектах;
- информационное обеспечение осуществления деятельности в области промышленной безопасности» [28].

Система управления предусматривает создание трех элементов самостоятельного производства – руководство и менеджеры среднего звена [37].

На рисунке 1 приведены сведения по этапам обеспечения промышленной безопасности в РФ.



Рисунок 1 – Этапы обеспечения промышленной безопасности в РФ

«Хранение нефти и нефтепродуктов в заглубленных и подземных резервуарах для вновь строящихся и реконструируемых опасных производственных объектов складов нефти и нефтепродуктов не допускается. Класс опасности опасных производственных объектов складов нефти и нефтепродуктов определяется в зависимости от количества горючих жидкостей, находящихся в резервуарах, согласно проектной документации» [28].

В основе нормативного регулирования в области промышленной безопасности лежат правовые, экономические, а также социальные основы обеспечения безопасности в условиях действующего производственного объекта.

В таблице 1 приведены особенности применения нормативов промышленной безопасности.

Таблица 1 – Особенности применения нормативов промышленной безопасности

Производимое сырье	Виды работ
АХОВ	Хранение, использование, переработка, образование, транспортировка, уничтожение
Растительное сырье	Хранение, переработка
АХОВ	Использование стационарно-установленные грузоподъемные механизмы
Полезные ископаемые, рассыпные месторождения	Ведение горных работ открытым способом, взрывные работы, обогащение
Расплавы черных, цветных металлов, сплавы	Получение, транспортировка, использование
ЛВЖ, ГЖ	Использование оборудование под избыточным давлением

Выбор конструкции резервуаров осуществляется при изучении и анализе специфики технологического процесса, типа нефтепродукта, а также свойств среды.

«Для исключения образования взрывоопасной концентрации паров, а также для сокращения потерь нефти и нефтепродуктов РВС необходимо оборудовать техническими системами и средствами, предотвращающими образование взрывоопасных смесей и возможность взрыва внутри резервуара (газоуравнительные системы, системы улавливания и рекуперации паров, системы подачи инертных сред – создание азотной «подушки», применение газовой подушки, применение общей газоуравнительной линии со сбросом газовой среды через гидрозатвор на свечу рассеивания в атмосферу). Технические решения по применению систем и средств для предотвращения образования взрывоопасных смесей устанавливаются в проектной документации (документации на техническое перевооружение) с учетом показателей пожаровзрывоопасности нефтепродуктов, регламентированных

режимов хранения, проведения операций приема и откачки продуктов хранения» [28].

При технологическом процессе с наличием емкостей, а также резервуаров с мазутом нет необходимости устройства систем предотвращения взрывоопасных смесей. При наличии ОПО для площадок рекомендуется проектировать резервуары без понтона – плавающей крыши, а также дополнительных систем улавливания.

«Резервуары для аварийного сброса нефти и нефтепродуктов должны быть оборудованы дыхательными и предохранительными клапанами. При оснащении резервуаров газоуравнительной системой следует предусматривать средства дистанционного отключения каждого резервуара от этой системы в случае его аварийного состояния в целях недопущения развития аварии по газоуравнительной системе. При оснащении резервуарных парков газоуравнительной системой не допускается объединять ею резервуары с автомобильными бензинами и авиационными бензинами (топливом для реактивных двигателей). При применении стальных резервуаров с защитной стенкой (типа «стакан в стакане») должен быть обеспечен контроль утечек продукта в межстенное пространство по прямому (утечки) или косвенному (загазованность) параметру» [28].

Безусловно при обнаружении неплотных соединений в конструкции резервуаров, исключая возникновение аварийных ситуаций, обязательно выводят из эксплуатации данное оборудование технологического процесса.

«Стальные вертикальные резервуары в зависимости от их назначения должны быть оснащены:

- приемо-раздаточными патрубками с запорной арматурой;
- дыхательной и предохранительной арматурой с огнепреградителями;
- устройствами для отбора проб и удаления подтоварной воды;
- приборами контроля и сигнализации;

- устройствами для подогрева высоковязких и застывающих нефтей и нефтепродуктов;
- системами противопожарной защиты;
- вентиляционными патрубками;
- устройствами молниезащиты, заземления и защиты от статического электричества» [28].

Поскольку технологический процесс специфичен по своему конструктивному исполнению, устройства и арматура, устанавливаемые на резервуарах, должны быть обоснованы в технической документации по проектированию и эксплуатации объекта.

«Устанавливаемое на резервуарах для хранения нефти и нефтепродуктов оборудование, арматура и приборы контроля, сигнализации и защиты должны обеспечивать безопасную эксплуатацию резервуаров при:

- наполнении, хранении и опорожнении;
- зачистке и ремонте;
- отстое и удалении подтоварной воды;
- отборе проб;
- замере уровня, температуры, давления» [28].

Согласно проектной документации, резервуары, введенные в эксплуатацию, должны соответствовать паспорту и описанию представленной информации. Весь технологический цикл оборудования по нумерации и порядковому системному элементу должен быть нанесен маркировками [40].

«Производительность наполнения (опорожнения) резервуаров не должна превышать суммарной пропускной способности установленных на резервуаре дыхательных и предохранительных устройств. Максимальная производительность наполнения (опорожнения) для РВСГЖ и (или) понтоном ограничивается допустимой скоростью движения понтона (плавающей крыши), которая не должна превышать для резервуаров емкостью до 30 000 кубических метров - 6 метров в час, для резервуаров емкостью свыше 30 000

кубических метров - 4 метра в час. При этом скорость понтона при сдвиге не должна превышать 2,5 метра в час» [28].

Показатели давления рабочей среды, а конкретно разность атмосферного показателя давления и давления в резервуаре уравнивается предохранительной дыхательной арматурой [49].

«Дыхательная арматура должна выбираться в зависимости от типа резервуара и хранимого продукта. При установке на резервуарах гидравлических клапанов последние должны быть заполнены трудноиспаряющейся, некристаллизующейся, неполимеризующейся и незамерзающей жидкостью. Для обеспечения нормальной работы дыхательных клапанов в зимний период необходимо регулярно очищать их от инея в целях недопущения уменьшения их пропускной способности. Сроки между осмотрами устанавливаются в технической документации организации-изготовителя» [28].

При наличии дыхательных клапанов на конструкции резервуаров в рассматриваемом технологическом процессе, обязательно условие установки предохранительных устройств на патрубках.

«Материал уплотнителей (затворов) понтонов и плавающих крыш должен выбираться с учетом совместимости с хранимым продуктом, газонепроницаемости, старения, прочности, температуры окружающей среды и подлежит обоснованию в проектной документации (документации на техническое перевооружение). Трубопроводная обвязка резервуаров и насосов должна обеспечивать возможность перекачки продуктов из одного резервуара в другие в случае аварии [39]. Для аварийного освобождения резервуары для хранения ЛВЖ и ГЖ оснащаются запорной арматурой. Применение запорной арматуры с дистанционным управлением устанавливается в проектной документации (документации на техническое перевооружение). Управление запорной арматурой с дистанционным управлением производится из операторной, а также из мест, доступных и безопасных для обслуживания в аварийных условиях. Время срабатывания арматуры устанавливается в

проектной документации (документации на техническое перевооружение)» [28].

В проектной документации обязательно указывается условие размещения свечи рассеивания для сброса паров нефтепродукта, а также ее место и высоту. Устройство свечи рассеивания обязательно как фактор предотвращения аварийной ситуации, связанной с возникновением опасной взрывоопасной смеси воздуха.

«Резервуары для нефти и нефтепродуктов должны быть оснащены контрольно-измерительными приборами в соответствии с проектной документацией (документацией на техническое перевооружение). Для удаления подтоварной воды из вертикальных цилиндрических резервуаров, предназначенных для хранения нефти и нефтепродуктов, должна быть предусмотрена система дренирования подтоварной воды. Необходимость наличия системы дренирования подтоварной воды подлежит обоснованию в проектной документации (документации на техническое перевооружение)» [28].

В результате хранения и отстаивания нефтепродуктов в резервуарах в условиях технологического процесса образуется подтоварная вода. Уровень подтоварной воды не должен превышать рекомендуемый уровень минимальной отметки.

«Пожар в резервуаре начинается, как правило, с локального взрыва паровоздушной смеси. В момент взрыва крышка узла ввода отлетает или подрывается крыша резервуара, так как они выполнены из менее прочного материала, чем верхний пояс резервуара и узел ввода огнетушащих средств (разрушение узла ввода возможно только после разрушения свободного борта резервуара, к которому последний крепится). В результате этого в резервуаре снижается избыточное давление, что предотвращает возможные повреждения несущих конструкций резервуара, узла ввода и насадков подачи в резервуар огнетушащих веществ» [46].

В конкретном случае необходимо устройство дренажной системы, при ее заполнении также устраивают дополнительные системы предохранения. Автоматическое срабатывание таких систем позволяет избежать заполнения емкостей подтоварной водой и как следствие аварийной ситуации.

«Ручной отбор проб светлых нефтепродуктов через люк на крыше резервуара не допускается. Не допускается выполнять указанные операции во время грозы, а также во время закачки или откачки продукта. Контроль уровня нефтепродуктов в резервуарах должен осуществляться контрольно-измерительными приборами. Резервуарные парки хранения нефти и светлых нефтепродуктов должны оснащаться средствами автоматического контроля и обнаружения утечек нефтепродуктов и (или) их паров в обваловании резервуаров. Все случаи обнаружения утечек в обваловании резервуаров нефтепродуктов и (или) их паров должны регистрироваться приборами с выводом показаний в помещение управления (операторную) и документироваться» [28].

Установка систем улавливания паров, нефтепродуктов и других важных показателей рабочей среды в обваловании резервуаров, согласно проектной документации, регулируется в зависимости от порядка хранения и размещения ЛВЖ в технологическом процессе. Кроме того, условия хранения, вид и количество нефтепродукта также всецело влияет на порядок размещения оборудования в технологическом процессе.

«На площадках резервуарных парков хранения светлых нефтепродуктов в районе запорно-регулирующей арматуры узла подключения склада (парка), расположенного за пределами обвалования, должны устанавливаться приборы обнаружения утечек нефтепродуктов и (или) их паров. Количество приборов обнаружения нефтепродуктов и (или) их паров должно выбираться в зависимости от площади, занимаемой узлом, и устанавливаться в проектной документации (документации на техническое перевооружение) в соответствии с техническими характеристиками приборов, указанными в паспортах организации-изготовителя» [28].

Устройство хранения вязких ЛВЖ, нефтепродуктов предусматривает контролирующий подогрев этих жидкостей до оптимальных температур рабочей среды.

«Выбор вида теплоносителя и способа подогрева подлежит обоснованию в проектной документации (документации на техническое перевооружение) в зависимости от вида хранимого или перекачиваемого продукта, его физико-химических свойств и показателей пожаровзрывоопасности, климатических условий, типа резервуаров для хранения. Резервуары для мазута должны быть оборудованы устройствами подогрева мазута. При расположении внутри резервуара парового разогревающего устройства снаружи резервуара должны быть предусмотрены штуцеры для дренажа и воздушника с запорными устройствами для дренирования конденсата и отвода воздуха в период пуска» [28].

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

«Установка электрооборудования, не связанного с эксплуатацией резервуаров, и транзитная прокладка электрокабельных линий внутри обвалования резервуаров не допускаются. Запорные устройства, установленные непосредственно у резервуара, должны дублироваться установкой запорных устройств на технологических трубопроводах вне обвалования. Узлы задвижек вне обвалования должны обеспечивать необходимые технологические переключения, а также возможность надежного отключения каждого резервуара. Применение арматуры с дистанционным управлением (электро-, пневмо- или гидроприводной) определяется условиями технологического процесса перекачки с

обоснованием в проектной документации (документации на техническое перевооружение). Для вновь проектируемых резервуаров управление приводами запорной арматуры должно быть дистанционным из помещения управления (операторной) и по месту ее установки» [28].

Система обеспечения противопожарных мероприятий достигается следующими методами и мерами:

- проектированием зданий и сооружений объекта нефтехимии согласно нормируемым параметрам архитектурно-планировочных требований;
- подбором квалифицированного персонала, инженеров промышленной и пожарной безопасности с наличием высшего профильного образования и опыта в промышленной деятельности;
- своевременной заменой оборудования и аппаратов технологического процесса хранения и переработки нефтепродуктов;
- устройством широких подъездных путей, наличием первичных средств пожаротушения с беспрепятственным доступом к ним;
- наличием источников противопожарного водоснабжения – внутренних и наружных [8];
- обучение персонала и работников объекта мерам пожарной безопасности, действиям в условиях экстремальной ситуации;
- внедрением комплекса профилактических мероприятий;
- недопущением изменений конструктивных решений без обоснованного проекта и законодательной основы;
- обеспечением заземления и устройств молниезащиты и предупреждения статического электричества;
- проведением совместных тренировок и учений со службами жизнеобеспечения для отработки практических действий;
- наличием резервных резервуаров и емкостей для перелива ЛВЖ, ГЖ;

- наличие газоанализаторов, паров ЛВЖ для стабилизации и безаварийной работы технологического процесса;
- наличием противопожарных разрывов, обеспечивающих недопущение перехода пламени от одного объекта к другому в случае пожара [52];
- наличием обвалования и других элементов конструктивного исполнения во избежания разлива ЛВЖ, аварийных ситуаций [48];
- наличием АПС, АУПТ, СОУЭ.

«Все технологические операции по приему, хранению и отгрузке нефти и нефтепродуктов в резервуарных парках должны проводиться в соответствии с требованиями производственных инструкций (технологических карт), утвержденных эксплуатирующей организацией [38].

В процессе эксплуатации резервуаров необходимо обеспечивать осмотр их технического состояния, техническое обслуживание, ремонт и техническое диагностирование в соответствии с требованиями организации-изготовителя, указанными в технической документации и определенными проектной документацией (документацией на техническое перевооружение).

При внутреннем осмотре резервуаров, колодцев управления задвижками и других сооружений при наличии в них паров нефтепродуктов следует использовать изолирующие средства защиты органов дыхания» [28].

Система обеспечения противопожарных мероприятий достигается следующими методами и мерами:

- проектированием зданий и сооружений объекта нефтехимии согласно нормируемым параметрам архитектурно-планировочных требований;
- подбором квалифицированного персонала, инженеров промышленной и пожарной безопасности с наличием высшего профильного образования и опыта в промышленной деятельности;

- своевременной заменой оборудования и аппаратов технологического процесса хранения и переработки нефтепродуктов;
- устройством широких подъездных путей, наличием первичных средств пожаротушения с беспрепятственным доступом к ним;
- наличием источников противопожарного водоснабжения – внутренних и наружных [29];
- обучение персонала и работников объекта мерам пожарной безопасности, действиям в условиях экстремальной ситуации;
- внедрением комплекса профилактических мероприятий;
- недопущением изменений конструктивных решений без обоснованного проекта и законодательной основы;
- обеспечением заземления и устройств молниезащиты и предупреждения статического электричества;
- проведением совместных тренировок и учений со службами жизнеобеспечения для отработки практических действий;
- наличием резервных резервуаров и емкостей для перелива ЛВЖ, ГЖ;
- наличием газоанализаторов, паров ЛВЖ для стабилизации и безаварийной работы технологического процесса;
- наличием противопожарных разрывов, обеспечивающих недопущение перехода пламени от одного объекта к другому в случае пожара [52];
- наличием обвалования и других элементов конструктивного исполнения во избежания разлива ЛВЖ, аварийных ситуаций;
- наличием АПС, АУПТ, СОУЭ.

1.2 Методы организации промышленной безопасности на производстве

Необходимо отметить, что положительный результат создания базы промышленной безопасности должен быть экономически эффективен относительно трудовых, временных и финансовых затрат, которые были положены в процесс [47]. Здесь появляется понятие оценки соответствия требованиям и нормам обеспечения промышленной безопасности объекта. Поэтому, первым этапом деятельности настоящего исследования, является теоретический анализ, обзор нормативно-технической документации объекта, а также формирование и формулирование результатов в виде тезисных утверждений особенностей, принципов обеспечения промышленной безопасности объекта нефтехимии.

Полученные результаты в ходе теоретического анализа 1 раздела будут использованы в качестве исходных данных для следующего раздела. Далее будет описана существующая система обеспечения промышленной безопасности при хранении нефтепродуктов.

В таблице 2 приведены данные по ранжированию ОПО в области использования нефтепродуктов по классам опасности.

Таблица 2 – Ранжирование ОПО по классам опасности

Признак идентификации ОПО	Класс опасности			
	I	II	III	IV
Наличие АХОВ – ЛВЖ/ГЖ и пр. на объекте	+	+	+	+
Хранение химического оружия, специализированные АХОВ	+	-	-	-
Бурение, нефтедобыча, сети газопотребления	-	+	+	+
Оборудование под давлением	-	+	+	-
Грузоподъемные механизмы	-	-	+	+
Плавка металла – черные и цветные металлы	-	-	+	+
Подземная добыча нефти	-	+	+	-
Обогащение полезных ископаемых	-	+	+	-

Продолжение таблицы 2

Признак идентификации ОПО	Класс опасности			
	I	II	III	IV
Пылевоздушная смесь при переработке сырья	-	-	+	+

Обеспечение безопасности в зданиях и сооружениях, на производственных объектах является актуальной темой для изучения, размышления и исследования. Пожарная безопасность как составной элемент техносферной безопасности на сегодняшний день составляет обширный многозадачный комплекс, требующий решения и применения на практике. Обусловлено это тем, что с ростом техносферного пространства, возрастает риск возникновения аварийных ситуаций, нарушения технологического процесса, пожаров и взрывов на объектах промышленного значения. Поэтому и необходимы перспективные направления развития обеспечения пожарной и промышленной безопасности [50].

Система обеспечения пожарной безопасности – это комплекс организационных и технических мероприятий, которые направлены на профилактику пожаров и недопущение пожароопасных ситуаций. Прежде всего, это обучение работников объекта мерам ПБ с обязательным принятием зачетов и практической отработкой навыков под руководством профессиональных органов (подразделений пожарной охраны, лиц органов надзорной деятельности ПО). Далее это проектирование объекта согласно нормам пожарной безопасности, допустимым объемно-планировочным решениям и содержанию эвакуационных путей, выходов и элементов пожарной безопасности в исправном состоянии. Третье, это соблюдение безопасности при ведении технологического процесса, то есть соблюдение всех видов ремонта оборудования, узлов и механизмов деталей процесса, наличие работоспособных средств противопожарной защиты (АПС, СОУЭ, АУПТ, ПК, ПГ, противодымной защиты). Остановимся подробно на средствах противодымной защиты. По мнению специалистов в области пожарной

безопасности, это неотъемлемая часть выполнения безопасности в организации. Объясняется, это мнение тем, что при возникновении пожароопасных ситуаций помимо сохранения материальных ценностей, основной упор приходится на обеспечение безопасности людей и окружающей среды. Таким образом, обращаясь к нормативно-правовым источникам профессиональной литературы, необходимо вспомнить, что опасными факторами пожара помимо всего прочего является задымление, дым, токсичные продукты горения. Далее, обратимся к статистическим данным. Зафиксировано, что в 87% случаев смерть на пожаре возникает вследствие отравления продуктами горения.

Смерть в непригодной для дыхания среде возникает в течение 5-8 минут от момента начала пожара (усредненные показатели, поскольку картина пожара всегда специфична и едина в своем роде).

В таблице 3 приведены факторы, определяющие промышленную безопасность.

Таблица 3 – Факторы, определяющие промышленную безопасность объектов нефтехимии

Наименование фактора	Возможный исход аварийных ситуаций
Особенности проектирования оборудования, резервуаров	Разгерметизация и разрушение резервуара с разливом ЛВЖ
Наличие взрывоопасной среды в резервуарах и емкостях с нефтепродуктом	Возможный взрыв паров нефтепродукта с последующим пожаром
Повышенный уровень возникновения среды для статического электричества	Возможный взрыв паров нефтепродукта с последующим пожаром
Организационные факторы рабочей среды для работников [32]	Повышенный уровень шума; физические перегрузки; монотонность труда
Соответствие технических средств защиты требованиям безопасности	Возникновение аварийных ситуаций, взрыв, разрушения и деформация РВС
Особенности эксплуатации оборудования, РВС, емкостей с нефтепродуктом	Разгерметизация и разрушение резервуара с разливом ЛВЖ/ГЖ
Особенности проведения капитальных, плановых ремонтов и реконструкции	Деформация и разрушение резервуара с разливом ЛВЖ
Исполнение должностных инструкций работниками предприятия	Аварийная ситуация, пожар, задымление, взрыв, нарушение технологического процесса
Внешнее воздействие природного и техногенного характера.	Возможный взрыв паров нефтепродукта с последующим пожаром

Продолжение таблицы 3

Наименование фактора	Возможный исход аварийных ситуаций
Постороннее несанкционированное вмешательство в ход технологического процесса.	Повышенный уровень шума; физические перегрузки; монотонность труда

«При эксплуатации любого производственного объекта повышенной опасности всегда существует возможность возникновения серьезных чрезвычайных происшествий, аварий, технических инцидентов, а также несчастных случаев, в том числе со смертельным исходом. Подобные процессы, как правило, проявляется в форме разрушения зданий и сооружений, а также технических механизмов и устройств» [28].

«Уровень квалификации специалистов, эксплуатирующих опасный производственный объект. Организация процесса производства в части предупреждения возникновения чрезвычайных происшествий, аварий и несчастных случаев. Особо остро это наблюдается на объектах нефтегазовой отрасли. По информации Ростехнадзора, в течение последних 10 лет основные причины аварий в этой сфере можно классифицировать как технические, так и организационные. К первым относятся: Повреждения и дефекты в конструкции зданий ОПО, а также технические проблемы с оборудованием. Отклонения от проектных решений в процессе строительства и монтажа опасного производственного объекта. Высокий износ оборудования. Недостаточный уровень внедрения новых технологий. Низкое оснащение производства автоматическими системами, а также устройствами телемеханики. Активность коррозионных процессов, влияющих на качественное состояние технических и технологических частей опасного производственного объекта. Низкий уровень (или его полное отсутствие) средств оперативной связи и сигнализации» [28].

«Низкая квалификация персонала. Недооценка возможного риска на конкретном рабочем месте. Наличие на ответственных рабочих местах лиц, не имеющих профессиональной подготовки. Решение производственных задач

на опасных объектах в ущерб их безопасности. Низкая организация производственных работ. В первую очередь организационные причины аварий в нефтегазовой отрасли зависят от того, насколько эффективно отработана технология процесса производства. Проблема как раз и заключается в том, что в отрасли достаточно неэффективная система контроля над производством в части обеспечения и соблюдения требований промышленной безопасности. Более того на опасных производственных объектах нефтегазовых предприятий зачастую нарушается технологический процесс, оборудование содержится в ненадлежащем для эксплуатации состоянии и, кроме того, игнорируются нормативные регламенты безопасности. Практически все специалисты отрасли утверждают, что требования и нормативы промышленной безопасности не могут отвечать современному уровню опасных производственных объектов, а также профессионализму рабочего персонала и специалистов. Тем не менее эксперты в области безопасности уверены – многочисленные аварии на подобных предприятиях связаны главным образом с незнанием, непониманием, а иногда просто игнорированием утверждённого нормативного регламента промышленной безопасности» [28]. Основные причины аварий (2/3 от общего числа) на промышленных объектах с хранением нефтепродуктов – это влияние технических факторов.

«Остальные носят организационный характер. При этом специалисты отрасли не отрицают, что роль человека в технических причинах аварий тоже присутствует. Это означает, что все-таки конкретный работник в производственно-технологической цепочке играет в области промышленной безопасности ведущую роль [37]. Компетенция и профессионализм – это главные условия эффективного и безопасного управления опасным производственным объектом нефтегазовой промышленности. Но, в этом вопросе существует серьезная проблема. Дело в том, что сегодня нет конкретных правил и требований, определяющих профессионализм и компетенцию как руководства, так и специалистов в области промышленной

безопасности. Более того, эксперты заявляют, что наличие специальных курсов по этой области в профильных высших и специальных учебных заведениях также не решило эту проблему» [28]. Обучение специалистов в области промышленной безопасности в настоящее время происходит в рамках проведения аттестации согласно занимаемой или предстоящей занимаемой должности специалиста.

«Но, функционирование системы повышения квалификации и переподготовки практически не работает. Сегодня перед нефтегазовой отраслью стоит важнейшая проблема, которую необходимо незамедлительно решать. Она заключается в новом, более эффективном, не формальном, а абсолютно работающем подходе к подготовке и переподготовке специалистов в области промышленной безопасности опасных производственных объектов нефтяной и газовой промышленности. Необходимо правильно понимать вопрос – а что такое компетенция применительно к безопасной эксплуатации производственного процесса? – Это, прежде всего, обладание профессиональными знаниями, наличие опыта и технической интуиции, а также логики. И самое главное это умение использовать все эти человеческие качества не только в недопущении аварий и чрезвычайных ситуаций на опасных производственных объектах, но и предотвращении их последствий» [28]. При этом, понятно, что необходимо наличие занятий, а также тренингов для практической отработки аварий и инцидентов для подготовки специалистов при отработки оперативных действий в экстремальных условиях.

При том, существует ряд подготовительных центров в области техносферной – пожарной или промышленной безопасности для обучения специалистов соответствующих областей. Такие центры способны оценивать состояние специалистов, выявлять характерные особенности, а также слабые стороны для последующей отработки и оттачивания навыков. На основании результатов обработки и анализа, разрабатывают учебно-методический план по обучению специалистов.

Выводы к разделу 1

Был проведен анализ состояния промышленной безопасности в РФ, описаны сведения нормативно-правового обеспечения промышленной безопасности в РФ и выделены методы организации промышленной безопасности на производстве.

Система обеспечения противопожарных мероприятий достигается следующими методами и мерами:

- подбором квалифицированного персонала, инженеров промышленной и пожарной безопасности с наличием высшего профильного образования и опыта в промышленной деятельности [10];
- своевременной заменой оборудования и аппаратов технологического процесса хранения и переработки нефтепродуктов;
- устройством широких подъездных путей, наличием первичных средств пожаротушения с беспрепятственным доступом к ним;
- наличием источников противопожарного водоснабжения – внутренних и наружных;
- обучение персонала и работников объекта мерам пожарной безопасности, действиям в условиях экстремальной ситуации;
- внедрением комплекса профилактических мероприятий [54];
- недопущением изменений конструктивных решений без обоснованного проекта и законодательной основы;
- обеспечением заземления и устройств молниезащиты и предупреждения статического электричества;
- проведением совместных тренировок и учений со службами жизнеобеспечения для отработки практических действий [11];
- наличием резервных резервуаров и емкостей для перелива ЛВЖ, ГЖ;
- наличием газоанализаторов, паров ЛВЖ для стабилизации и безаварийной работы технологического процесса;

- наличием обвалования и других элементов конструктивного исполнения во избежания разлива ЛВЖ, аварийных ситуаций;
- наличием АПС, АУПТ, СОУЭ.

Методы организации промышленной безопасности на производстве:

- обучение персонала мерам безопасности на рабочем месте;
- проверка знаний о действиях в условиях нарушения технологического процесса и возникновения аварийного режима;
- разработка систем по внедрению аварийных систем промышленной безопасности;
- обновление системы управления пожарной безопасностью (проверка и замена систем АПС, АУПТ, средств первичного пожаротушения).

«Все технологические операции по приему, хранению и отгрузке нефти и нефтепродуктов в резервуарных парках должны проводиться в соответствии с требованиями производственных инструкций (технологических карт), утвержденных эксплуатирующей организацией [38].

В процессе эксплуатации резервуаров необходимо обеспечивать осмотр их технического состояния, техническое обслуживание, ремонт и техническое диагностирование в соответствии с требованиями организации-изготовителя, указанными в технической документации и определенными проектной документацией (документацией на техническое перевооружение).

При внутреннем осмотре резервуаров, колодцев управления задвижками и других сооружений при наличии в них паров нефтепродуктов следует использовать изолирующие средства защиты органов дыхания» [28].

Основными мероприятиями для повышения уровня безопасности на объекте нефтехимии:

- регулярное проведение технического обслуживания всех действующих агрегатов и узлов технической системы, нормальное функционирование процесса с выполненными в полном объеме

- должностными инструкциями, предъявляемыми к оборудованию [55];
- внедрение и замена износившихся деталей рабочего оборудования, замена расходных материалов в срок, применение в рабочем процессе датчиков показания рабочих температур, фильтрационных устройств и других анализирующих устройств;
 - снабжение средствами индивидуальной защиты органов дыхания и зрения, своевременные испытания данных средств, постоянное ведение и содержание их в исправном состоянии [12];
 - проведение совместных тренировок с подразделениями пожарной охраны, в районе выезда которой находится данный объект;
 - разработка документированной информационной базы (алгоритмы действий сотрудников объекта, должностные инструкции, список аварийных служб города, эвакуационные планы и размещения выходов);
 - регулярный контроль знаний работниками объекта с отработкой учебных тревог в практической деятельности функционирования объекта.

2 Исследование и реализация системы методов обеспечения промышленной безопасности на объекте

2.1 Характеристика объекта исследования с точки зрения промышленной безопасности

В качестве рассматриваемого объекта взята компрессорная станция газопровод «Челябинск-Петровск». Здание КС-9 одноэтажное, размером 21 м × 220 м × 15 м, 2 степени огнестойкости [51].

Площадь машинного зала цеха «А» 1737 м², площадь нагнетательного зала цеха «А» 694,8 м². Площадь машинного зала цеха «Б» 1197 м², площадь нагнетательного зала цеха «Б» 478,8 м². Компрессорный цех разделен вспомогательными помещениями на 3 части, с размещением в одной 3, а в другой 5 газоперекачивающих агрегатов и главного щита управления, имеющего широкие оконные проемы в обе части турбинных залов. Машинный зал категории «Г», зал нагнетателей категории «А». Каркас здания металлический, стеновые перегородки выполнены из алюминиевых панелей, в качестве утеплителя использована минеральная вата. Перекрытия из стального профиля без утеплителя [20].

В машинном зале установлено 8 агрегатов с приводом нагнетателей от газотурбинной установки ГТК-10-4Б.

Галерея нагнетателей отделена от помещения машинного зала противопожарной газонепроницаемой стеной. Галерея нагнетателей с центробежными нагнетателями Н-370-18-2. Освещение электрическое, отопление водяное [56].

Помещения защищены автоматической пожарной сигнализацией с выводом контрольных приборов на ГЩУ КС-9 и проходную. Основной въезд на территорию КС-9 (один) по трассе на КС-9.

На рисунке 2 приведена схема объекта на местности. На рисунке 3 изображена план помещений объекта на местности.

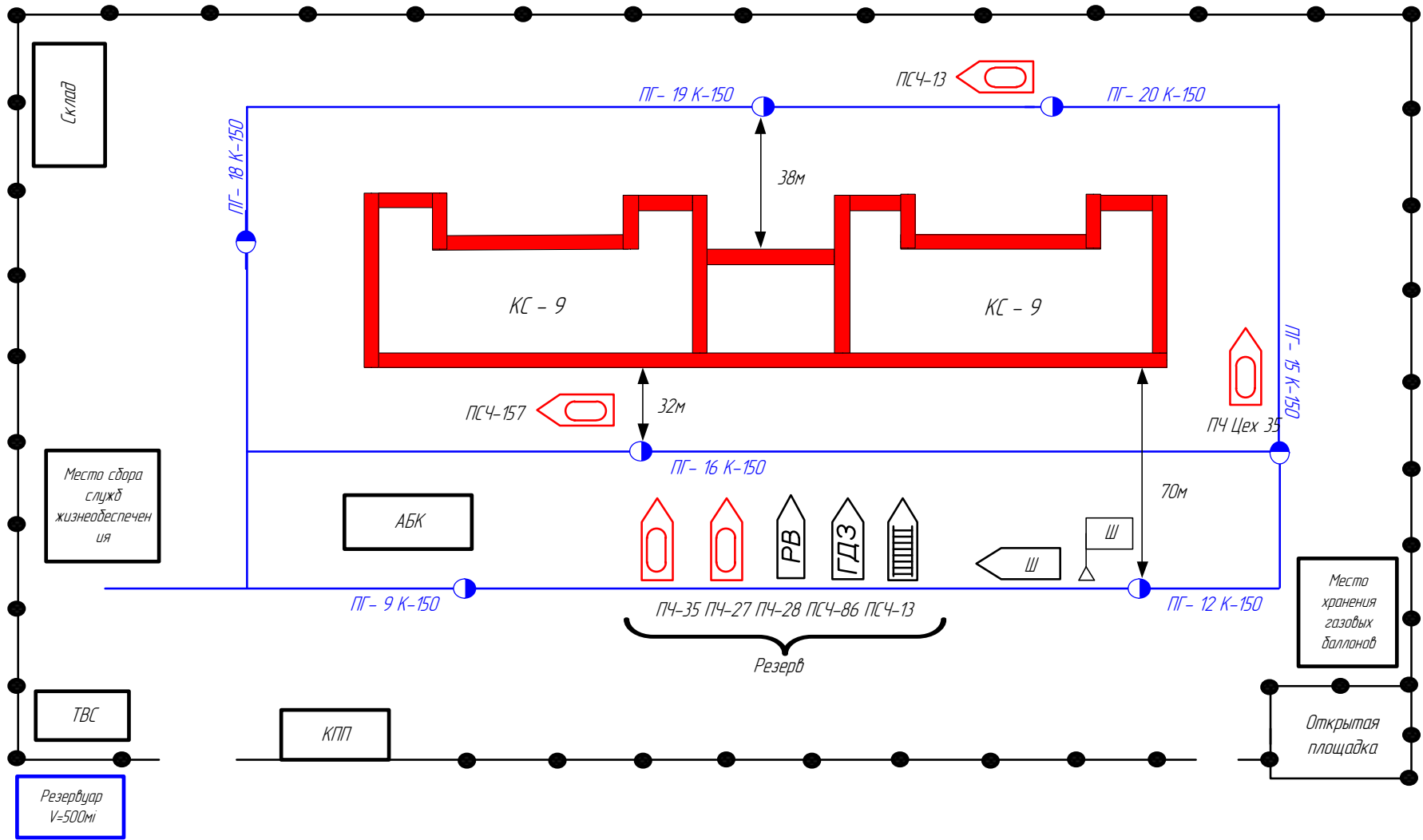
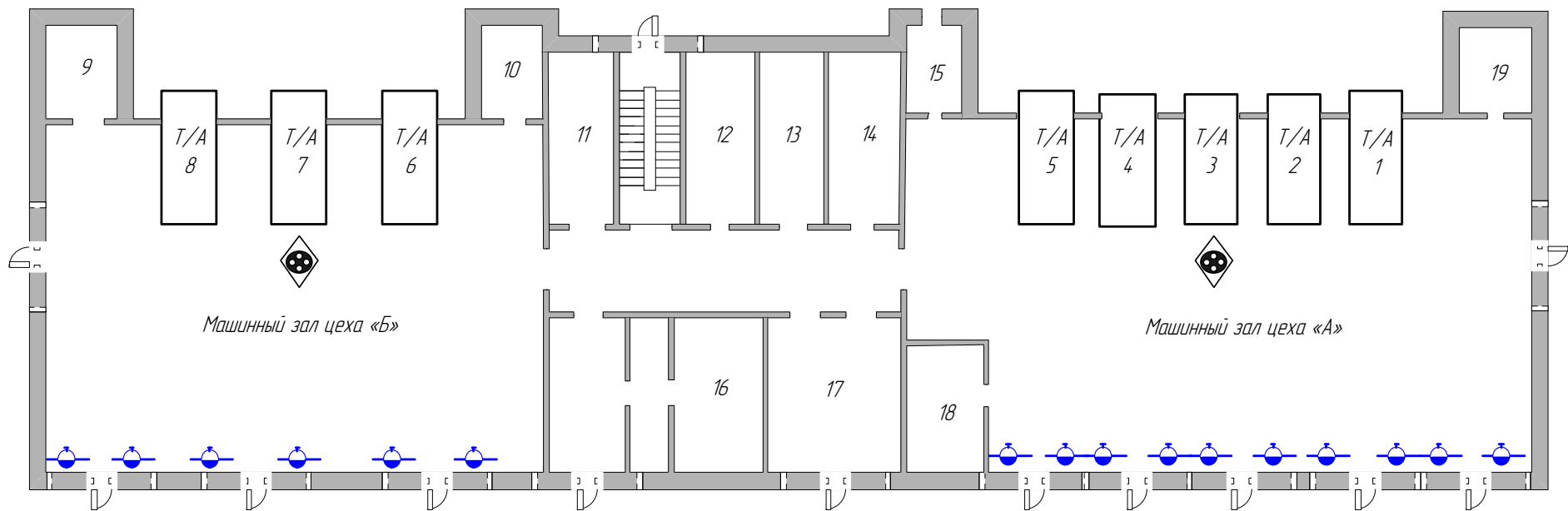


Рисунок 2 – Схема объекта на местности с учетом возникновения ЧС



1-8 турбоагрегаты; 9- токарная мастерская; 10 – мастерская ПТП; 11- блок ПТП; 12- слесарная мастерская; 13- склад; 14- мастерская ЭВС; 15- помещение ПСМ; 16- аккумуляторная; 7- КТП; 18- АС-804

Рисунок 3 – План помещений объекта

Особенности технологического процесса на КС-9

На территории Самарской области проходит магистральный газопровод, идущий из Сибири в западные районы нашей страны, а также и в другие страны. Диаметр газопровода 1400 мм, производительность 86-96 млн. куб. метров в сутки.

На участке газопровода «Челябинск - Петровск» в пределах Самарской области расположены три промежуточные газокompрессорные станции с приводом нагнетателей от газовых турбин ГТК-10-4Б и электродвигателей СТД-12500.

Насыщенность станции сложным импортным оборудованием, их энергооснащённость, наличие горючих веществ, природного газа и материалов в значительной мере увеличивает возможность возникновения пожара или взрыва.

Здание компрессорных станций состоит: из пультовой, машинных залов, где установлены турбины или электродвигатели, приводящие в движение газовые нагнетатели.

В нагнетательных галереях установлены газовые нагнетатели и вспомогательное оборудование, где возможны утечки газа, в результате чего может образоваться взрывоопасная газовоздушная смесь. Взрыв этой смеси может привести к сильным разрушениям здания компрессорного цеха и человеческим жертвам, что принесёт значительный моральный и материальный ущерб [57].

Все виды компрессорных станций подобны по технологическому циклу, но отличаются приводом нагнетателей. Наиболее пожароопасной является КС-9, где приводом нагнетателя является газотурбинная установка ГТК-10-4б.

Цех состоит из двух помещений - турбинного зала и галереи нагнетателей, разделённых газонепроницаемой противопожарной стеной. Помещение зала нагнетателей относится к взрывоопасной категории В1-А. Каркас цеха металлический, стены выполнены из алюминиевых панелей и заполнены керамзитобетоном [13].

Компрессорный цех разделён вспомогательными помещениями на две части с размещением в одной - трёх, а в другой пяти газоперекачивающих агрегатов. На втором этаже этих помещений находится Главный щит управления, имеющий широкие оконные проёмы в обе части турбинных залов.

Под залом главного щита управления на первом этаже находится комплексная трансформаторная подстанция, где установлены два трансформатора мощностью по 1000 кВт и аккумуляторная. В каждом трансформаторе циркулирует 1056 кг трансформаторного масла с рабочей температурой +50 С

Кроме того, в зале установлены два резервуара с маслом ёмкостью по 6 т в каждом, в системе только одного газоперекачивающего агрегата циркулирует 7,2 т масла с высокой температурой.

Процесс перекачки газа происходит в следующей последовательности:

Газ из магистрального газопровода диаметром 1400 мм поступает на установку циклонных пылеуловителей, очищенный газ подаётся на всасывание нагнетателей. Скомпримированный газ поступает на аппараты воздушного охлаждения газа и далее поступает в магистральный газопровод. Процесс компримирования газа происходит в условиях повышенной пожарной опасности. Есть как горючие вещества (масло, газ), так и источник воспламенения (камера сгорания и выхлопные патрубки газовой турбины).

При нормальном производственном процессе перекачки газа отсутствуют условия для выделения газа в помещение, это достигается плотностью всех фланцевых соединений и запорной арматуры, а также работой системы масляного уплотнения нагнетателя.

Для того, чтобы в случае внезапного увеличения содержания газа в воздухе зала нагнетателей, газ не мог попасть в машинный зал, служат разделительные мембраны, за плотностью которых необходимо следить. Зал нагнетателей оборудован также вытяжной и приточной вентиляцией.

Наиболее пожароопасным на компрессорной станции является ГПА, так как в его рабочем цикле находится масло и газ при высоких температурах и давлении рядом с источником огня - камерой сгорания.

Турбинное масло ТП -22 представляет собой жидкость жёлтого цвета с удельным весом $0,9 \text{ г / см}^3$, плохо смывается водой, температура вспышки 190 С , температура воспламенения 182 С .

Перекачиваемый газ – метан – бесцветный, горючий газ без запаха, химическая формула CH_4 , молекулярный вес – $16,04$, температура самовоспламенения – 537 С , область воспламенения - $5 - 15 \%$ объёма, максимальное давление взрыва – $7,2 \text{ кг / см}^2$.

Горит бледным синеватым пламенем, максимальная нормальная скорость горения – $0,338 \text{ м/с}$.

Для предупреждения взрыва при аварийном истечении метана и тушения факела в закрытых объёмах могут применяться инертные газы с минимальной концентрацией (в % объёма) аргона – 52 , гелия – 40 , азота – 39 , углекислотного газа – 26 .

Нагнетатель сжимает газ до давления 76 кг/см^2 , что даже при не больших дефектах газопровода или не плотностях во фланцевых соединениях вызовет быструю загазованность помещения. Наличие источника огня, которым может быть неисправная электропроводка, искры механического происхождения и т.п., приведёт к взрыву, человеческим жертвам и разрушению стен из навесных панелей галереи нагнетателей. Это повлечёт за собой повреждение наружных распределительных газопроводов, находящихся непосредственно у здания компрессорного цеха и дальнейшее развитие аварии. Масло, находящееся в нагнетателях, будет способствовать развитию пожара.

Во взрывоопасных помещениях установлено взрывозащищённое оборудование. Пусковые устройства электрооборудования размещаются у

групп электродвигателей, а пусковые устройства взрывоопасных установок вынесены за пределы взрывоопасных зон.

В качестве средств пожаротушения в производственных помещениях установлены переносные углекислотные огнетушители УП - 1 М, ящики с песком и щиты с противопожарным инвентарём. Для аварийного слива масла предусмотрены подземные ёмкости и производится ключом «Аварийный слив масла», который находится на ГЩУ агрегата.

Горючей загрузкой является:

- аккумуляторная,
- помещение масляного хозяйства (2 резервуара в машинном зале по 6 т масла),
- помещение кислот [1].

На КС-9 для обеспечения противопожарной защиты агрегатов ГТК-10-4Б установлена автоматическая система пенного пожаротушения. Установка обеспечивает автоматическую сигнализацию о возникновении пожара на турбоагрегатах и автоматическое тушение воздушно-механической пеной средней кратности [21].

При работе установки, пенообразователь за счёт эжекции поступает из ёмкости на всасывающий насос и смешивается в определённой пропорции с потоком воды, подаваемым к пеногенераторам по коллектору, проложенному в машинном зале вдоль наружной стены цеха. Пеногенераторы установлены на пожароопасных местах и обеспечивают подачу устойчивой, компактной пенной струи [41].

Дежурный персонал, заметивший очаг пожара, обязан проследить автоматическое включение системы в работу, а в случае её отказа включить дистанционно со щита или по месту установки насосов и принять меры к ликвидации пожара другими средствами пожаротушения.

Состав установки.

Водоисточником установки является 2 ёмкости запаса воды объёмом 50 м³.

Основной пеносмеситель состоит из:

- двух насосов, один из которых рабочий другой резервный;
- ёмкость с пенообразователем, объёмом 4 м³;
- дозатор пенообразователя;
- эжектор, установленный на перемычке между всасывающим и нагнетательным патрубками насосов, трубопровода диаметром 125 мм, расположенного вдоль компрессорного цеха с отводами на каждый агрегат через электроприводные задвижки и разветвлёнными на пеногенераторы.

Стационарные пеногенераторы ГПС-600 имеют направления на передний подшипник, средний подшипник, задний подшипник, маслобак, камера сгорания.

Между соседними турбоагрегатами имеется один переносной пеногенератор ГПС-600, подсоединённый при помощи пожарного рукава и предназначенный для подачи пены в места, куда последняя не может поступить от стационарных пеногенераторов.

Система ГАЗ - 1 предназначена для непрерывного автоматического контроля загазованности помещений класса В - 1 а, классификации по ПУЭ гл. 7-3, где по условиям работы возможно образование взрывоопасных смесей 1 категории группы Т1 [30].

Источником водоснабжения КС-9 являются три артезианские скважины с дебетом 10 м³ / час каждая, расположенные в полутора километрах от промплощадки. Из скважин вода подаётся на площадку компрессорной станции в два заглубленных железобетонного резервуара объёмом 500 м³.

При возникновении пожара, вода насосами-повысителями забирается из резервуаров и под необходимым давлением подаётся в хозяйственно-противопожарную сеть. Сеть хозяйственно-противопожарного водопровода принята высокого давления, поэтому забор воды для наружного пожаротушения может производиться из пожарных гидрантов, а при необходимости непосредственно из противопожарных резервуаров.

Наружное – кольцевой водопровод диаметром 150 мм с установкой 5-ти (ближайших) пожарных гидрантов. Пожарный гидрант № 18 на расстоянии 10 метров, пожарный гидрант № 19 на расстоянии 38 м, пожарный гидрант № 20 на расстоянии 35 метров, пожарный гидрант № 15 на расстоянии 32 м, пожарный гидрант № 16 на расстоянии 32 м.

Внутреннее – по внутренним помещениям цеха проложен водопровод диаметром 51 мм с установкой 32 пожарных кранов. Установлена система автоматического пенного пожаротушения, по направлениям на каждый агрегат по бшт ГПС-600.

Первичные средства – ОП-10 (10 шт), ОП-50 (20 шт).

Отключение электроснабжения производится при обесточивании помещений – ГЩУ; при обесточивании всего здания – ЗРУ-10. В процессе производства предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция.

Критериями оценки функционирования системы обеспечения промышленной безопасности являются:

- основы обеспечения надежности оборудования объекта;
- регистрация ОПО в государственном реестре [14];
- основы производственного контроля [6];
- обучение и аттестация рабочих мест персонала объекта;
- идентификация ОПО;
- мероприятия по снижению риска ПБ [22];
- система обеспечения промышленной и пожарной безопасности;
- анализ и отчетность;
- динамика уровня безопасности производства;
- затраты обеспечения производства;
- инвестиции в обеспечение защиты;
- оценка ущерба от травм, производственного травматизма;
- эффективность системы оплаты труда.

2.2 Методы реализации системы обеспечения промышленной безопасности в отрасли

2.2.1 Способ дистанционного контроля промышленной безопасности опасного производственного объекта

«В способе дистанционного контроля промышленной безопасности опасного производственного объекта измеряют параметры объекта контроля, формируют базу метаданных, классифицируют нарушения границ типовых зон. По каждому контролируемому параметру выявляют событие соответствующего класса опасности путем единичной фиксации и/или неоднократной последовательной фиксации числового или логического значения параметра в пределах определенного класса опасности в течение определенного интервала времени» [45].

На рисунке 4 приведена схема технического средства.

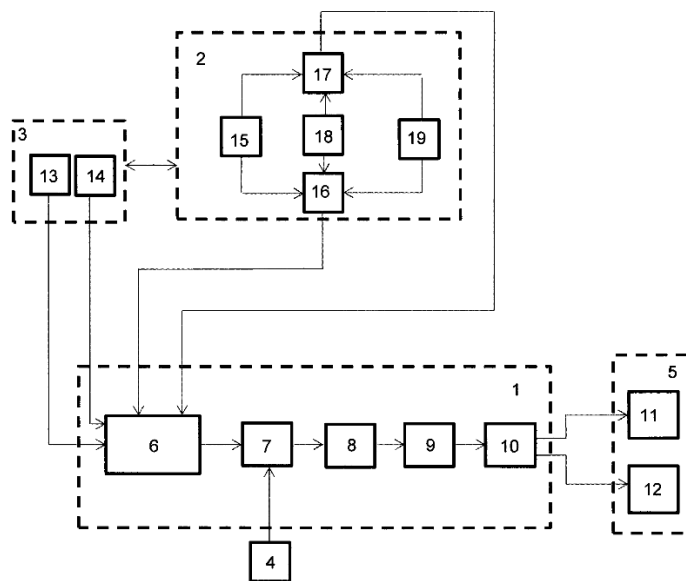


Рисунок 4 – Схема технического средства

Изобретение относится к области обеспечения промышленной безопасности и дистанционного мониторинга

технического, технологического и иного состояния объектов статического или динамического оборудования.

«Федеральный закон №116 от 21.07.1997 (ред. от 07.03.2017) предписывает организовывать и осуществлять производственный контроль и создавать системы управления промышленной безопасностью, которые обеспечивают идентификацию риска аварий на ОПО (статья 11). С позиций предписываемого риск-ориентированного подхода к управлению ПБ рекомендуется проведение мониторинга степени опасности. Предусматриваются оценка риска аварии на ОПО и/или его составных частях и оценка эффективности систем управления ПБ. Руководство по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на ОПО», приказ Ростехнадзора РФ от 11.04.2016 №144 (разделы III, IV) рекомендует критерии и нормы оценки риска для управления ПБ» [45].

Данный подход определен руководящим принципом при обеспечении безопасной эксплуатации опасных производственных объектов в соответствии с «Концепцией совершенствования государственной политики в области обеспечения промышленной безопасности с учетом необходимости стимулирования инновационной деятельности предприятий на период до 2020 года» (одобрена Президиумом Правительства РФ 28 июля 2011 года), а также во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 06.05.2018 г. №198 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в области промышленной безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу».

«При определении методов и периодичности инспектирования (технических освидетельствований) ОПО, их технического обслуживания, ремонта и выполнения иных мероприятий традиционно применяется предписывающий подход, принятый в ряде стран, в том числе в России, основанный на выполнении жестких нормативных требований по срокам и методам выполнения данных мероприятий. Как показала практика, частота

межремонтного, меж инспекционного и т.д. интервала, установленная нормативно-техническими документами, помимо того, что не гарантирует снижения риска аварии, в некоторых случаях не позволяет эксплуатирующим компаниям быть эффективными в своей деятельности и приводит к значительным финансовым издержкам» [45].

«Промышленные аварии имеют свои характерные особенности, основные из них - сравнительная редкость аварий по сравнению с жизненным циклом производства и значительный разброс масштабов последствий. Опасность промышленных аварий обычно оценивают по возможности появления тяжелых ущербов или угрозам их причинения [42]. При рассмотрении таких последствий аварий необходимо различать прямой и косвенный ущерб. Прямой ущерб возникает от непосредственного разрушения материальных ценностей, повреждения здоровья людей, затрат на ликвидацию аварии и восстановление объекта [33]. Косвенный связан с отрицательным воздействием на производительные силы общества в целом (убытки смежных предприятий, уменьшение инвестиций, изменение финансовой политики и т.д.) или возникает из-за усиления его в ходе физико-химических природных цепных реакций, идущих непосредственно в природной среде и приводящих со временем к негативному воздействию на здоровье человека и окружающую среду» [45].

В риск-ориентированном подходе необходимо учитывать различные трактовки понятия «риск». Например:

- в области промышленной безопасности риск аварии - мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии на опасном производственном объекте и тяжесть ее последствий (Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 №144);
- в области технического регулирования риск - вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному

имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда (от 27.12.2002 N 184-ФЗ);

– в области технического регламентирования требований пожарной безопасности пожарный риск - мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей (от 22.07.2008 N 123-ФЗ).

«Так как причинами аварий выступают не только отказы техники, но и плохо формализуемые ошибки человека, и слабо предсказуемые внешние воздействия, наряду с хорошо зарекомендовавшими себя известными методами теории надежности и вероятностными методами на практике, как правило, используют различные расчетно-аналитические и экспертные методы. Учитывая задачи и особенности построения Системы дистанционного контроля промышленной безопасности ОПО [2], для оценки рисков возникновения нештатных ситуаций на ОПО предлагается применять совокупность методов оценки рисков на основе учета и статистической обработки информации обо всех событиях промышленной безопасности, связанных с неисправностью (сбоями, отказами) оборудования, отклонениями от установленного технологического режима. Данный подход предполагает использование зонтичной системы оперативного мониторинга для сбора параметров, с помощью которых можно оценить состояние наиболее критичных систем и элементов контролируемого объекта, собрать статистику и на ее основе рассчитать интегральный показатель риска возникновения аварийных ситуаций. Особенность подхода состоит в том, что оценка риска производится на основе аналитической обработки информации о предпосылках аварий и инцидентов, выявляемых на ранних стадиях развития опасных событий. При этом используется достоверная, получаемая в реальном времени информация о текущем состоянии объекта контроля, его компонентов и подсистем» [45].

«Системы управления промышленной безопасностью обеспечивают:

- определение целей и задач организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, в области промышленной безопасности, информирование общественности о данных целях и задачах [27];
- идентификацию, анализ и прогнозирование риска аварий на опасных производственных объектах и связанных с такими авариями угроз;
- планирование и реализацию мер по снижению риска аварий на опасных производственных объектах, в том числе при выполнении работ или оказании услуг на опасных производственных объектах сторонними организациями либо индивидуальными предпринимателями;
- координацию работ по предупреждению аварий и инцидентов на опасных производственных объектах;
- осуществление производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности;
- безопасность опытного применения технических устройств на опасных производственных объектах;
- своевременную корректировку мер по снижению риска аварий на опасных производственных объектах;
- участие работников организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, в разработке и реализации мер по снижению риска аварий на опасных производственных объектах;
- информационное обеспечение осуществления деятельности в области промышленной безопасности» [28].

Достоинства применения способа дистанционного контроля промышленной безопасности опасного производственного объекта:

- можно использовать как средство мониторинга и проверки для последующих процедур технологического аудита;

- полная автоматизация процесса, позволяющая обрабатывать и синхронизировать большой объем информации, исключена ошибка человеческого фактора;
- высокая эффективность в работе системы, которая позволяет как выявить источник риска, так и провести наблюдение и профилактику, а также собрать данные для контрольно-проверочных мероприятий технологического аудита промышленной безопасности;
- более широкий диапазон ошибок и инцидентов, выявляемых на ранних стадиях в области промышленной безопасности [23].

2.2.2 Совершенствование процедуры контрольных мероприятий на опасных производственных объектах

Проведение производственного контроля позволяет существенно совершенствовать уровень безопасности на опасных производственных объектах путем повышения качества анализа результатов комплексных проверок, что безусловно является актуальным. В работе использованы как эмпирический, так и теоретический метод научного познания.

«С развитием нефтегазовой промышленности, требующей повышенного внимания к системе безопасности производственных процессов, на опасных производственных объектах существует вероятность появления непредвиденных ситуаций — аварий и несчастных случаев. Контроль за выполнением работ, устранением имеющихся нарушений (замечаний) и предотвращением их появления осуществляются предприятиями данной отрасли в рамках системы управления промышленной безопасностью. Производственный контроль — это комплекс мероприятий (процедур), направленных на соблюдение нормативных правовых актов в следующих областях: охрана труда и окружающей среды, пожарная и промышленная безопасность, электробезопасность» [6].

Проведение производственного контроля позволяет существенно совершенствовать уровень безопасности на опасных производственных

объектах путем повышения качества анализа результатов комплексных проверок, что безусловно является актуальным [42].

«Все замечания, выявленные во время комплексных проверок производственного контроля, с выводами и предложениями по их устранению объединяют в единую систему, после проводят анализ данных [1]. Ранее обработка данных выполнялась вручную, что увеличивало затрачиваемое время и шанс появления ошибки, которая могла быть не обнаружена в связи с большим количеством данных» [6].

«У данной системы анализа существует ряд недостатков: – многие графы перегружены информацией, вследствие чего затрудняется восприятие информации, но при этом графы не раскрывают все информацию, – большое количество трудозатрат, – большое количество строк и столбцов, которые необходимо в течение длительного времени заполнять — может происходить «подвисание» программы. Совершенствовать существующую систему можно путем устранения вышеперечисленных недостатков, что обеспечит формирование более точной базы данных правил безопасности и позволит осуществлять более эффективную деятельность по обеспечению безопасности в организации» [6].

«Органы власти, справочно-правовые системы Российской Федерации, а также крупные компании публикуют перечни вопросов, по которым осуществляются проверки объектов (можно самостоятельно сформировать его). Данные перечни формируются на основании нормативных правовых актов по различным областям: охрана труда и окружающей среды, пожарная и промышленная безопасность, электробезопасность. Загрузив перечень (перечни) в новую систему, сотрудник, выполняющий формирование системы, единоразово затрачивает на нее время» [6].

Добавление графы «критерий оценки» — показатель сформирован с целью оценивания замечаний по шкале от «0» («нормативные требования безопасности» не выполняются) до любого заданного значения, который будет является максимумом (устанавливается самостоятельно).

«В случае, если было принято решение сделать графу «общей», то критерий выносится за пределы системы и, следовательно, графа «критерий оценки» будет отсутствовать. Добавление графы «ответственный за устранение замечаний» показывает должностное лицо, которое в обязательном порядке является сотрудником проверяемой организации. Сформируем новую систему: «Географическое местоположение»; «Управление / подразделение»; «Объект проверки»; «Область контроля»; «Нормативные требования безопасности»; «Нормативный документ»; «Уровень опасности»; «Критерий оценки»; «Норма, %»; «Этап, %»; «Ответственный за устранение замечаний»; «Примечание, комментарий проверяющего»; «Дата выявления замечаний»; «Срок устранения замечаний»; «Дата устранения замечаний». Существенно сократить трудозатраты можно при условии, если сотрудник, осуществляющий формирование данной системы, имеет соответствующее образование в области промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды и владеет «средним» и выше уровнем владения персональным компьютером» [6].

В рамках осуществления производственного контроля, наиболее действительными мероприятиями, направленными на предупреждение аварий, возникающих вследствие указанных причин, являются [1]:

- организация подготовки и аттестации работников в области промышленной безопасности;
- внесение предложений об отстранении от работы на опасном производственном объекте лиц, не имеющих соответствующей квалификации, не прошедших своевременно подготовку и аттестацию по промышленной безопасности;
- участие в техническом расследовании причин аварий, инцидентов и несчастных случаев;
- проведение анализа причин возникновения аварий и инцидентов на опасных производственных объектах [6].

2.2.3 Метод оценки технического состояния объектов до достижения установленных сроков и анализом возможных рисков

Предлагаемый способ совершенствования контрольно-надзорных мероприятий в области промышленной безопасности опасных производственных объектов заключается в ориентированном подходе при проведении производственного контроля.

Цель и назначение способа – снижение рисков аварийности на объектах газораспределения, повышение уровня промышленной безопасности методом управления при технологическом производственном контроле.

Осуществляется способ методом оценивания фактического состояния объекта до предела установленного допустимого технологического параметра, а также путем анализа возможных аварийных ситуаций на предприятии [42].

«Анализ показывает, что за последние 5 лет аварийность ОПО газораспределения и газопотребления составляет в среднем 1/5 часть всех зарегистрированных аварий в стране» [49].

Основными причинами аварийных ситуаций на объектах газораспределения являются:

- внешние факторы, воздействие которых может негативно повлиять на технологический процесс;
- нарушение технологического режима, связанного с нарушением регламентных работ по ремонту, обслуживанию технологического оборудования;
- нарушение в работы аварийных систем, систем обеспечения безопасности;
- неподготовленность персонала к возникновению аварийных ситуаций, ошибка персонала;
- нарушение плана производства работ;
- низкая служебная дисциплина;
- халатность работников объекта.

Определенно, что первопричина возникновения аварийных ситуаций – это низкая организация производственного контроля. Опять же возвращаемся к вопросу качественного управления производственным объектом, ответственность за состояние лежит на руководителе объекта, а также должностных лицах организации, ответственных за безопасность ОПО.

Основные задачи, выполняемые в ходе производственного контроля:

- обеспечение требований промышленной безопасности, осуществление контроля высшим руководством;
- проведение экспертизы промышленной безопасности;
- проведение профилактических мероприятий по обеспечению безопасности;
- осуществление контроля над технологическим процессом и мерами обеспечения безопасности со стороны высшего руководства;
- разработка мероприятий по предупреждению аварий на ОПО, создание и корректировка планов ликвидации аварийных ситуаций с практической отработкой;
- соблюдение технологической дисциплины.

«При этом объективный анализ причин возникновения аварий на опасных производственных объектах, несомненно, обязан определять ориентированный подход к осуществлению контроля. Действительный уровень аварийности объектов газораспределения и газопотребления, показатели надзорной деятельности и накопленный опыт работ свидетельствуют о том, что производственный контроль в большинстве случаев имеет формальный характер и не оказывает существенного влияния на состояние промышленной безопасности» [49].

Исходя из ряда выполняемых задач производственного контроля, очевидно, что безаварийный режим промышленного предприятия достигается качественным проведением производственного контроля за соблюдением технологического режима организации.

«Рассмотрим основные нарушения, выявляемые на объектах газопотребления в ходе производственного контроля:

- отсутствие мониторинга изменений требований промышленной безопасности, устанавливаемых нормативными правовыми актами;
 - отсутствие комплексных и целевых проверок состояния промышленной безопасности в эксплуатирующей организации;
 - отсутствие контроля за проведением (в установленные сроки) необходимых испытаний, диагностики, освидетельствований, обследований и экспертизы промышленной безопасности технических устройств, зданий, сооружений, применяемых на опасных производственных объектах;
- невыполнение предписаний надзорных органов» [49].

«Исходя из проведенного анализа можно утверждать, что в подавляющем большинстве случаев именно указанные нарушения не позволяют своевременно предупреждать аварии на объектах газораспределения и газопотребления. По нашему мнению, ключевой фактор предупреждения аварий на опасных производственных объектах газораспределения и газопотребления – совершенствование организации производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности и установление постоянного мониторинга параметров потенциально опасных объектов» [49].

Использование ориентированного подхода позволяет определить:

- уровень безопасности внутренних и внешних факторов;
- параметры объектов, зависящие от этих факторов;
- посредством аналитического метода скрытые от фактического состояния элементы оборудования;
- фактическое техническое состояние объектов до установленного срока реализации обслуживания, ремонта или списания;
- периодическое диагностирование;

- анализ рисков.

Такой подход с учетом контрольно-надзорных мероприятий позволит качественно проводить проверки и осуществлять контроль, а также своевременно определять незащищенные участки технологического процесса при эксплуатации ОПО объектов нефтегазораспределения.

2.2.4 Система оценки и управления безопасностью предприятия в условиях неопределенности

Функциональным значением системы оценки и управления безопасностью предприятия в условиях неопределенности данного исследования является правовое регулирование отношений субъектов, имеющих отношение к предприятиям.

Субъектами в данном случае будут:

- объекты предприятия;
- страховые компании;
- контролирующие органы;
- независимые эксперты.

Для того, чтобы провести качественную оценку уровня промышленной безопасности в данном разделе предложена система нормативных значений количественного интегрального показателя.

В таблице 4 приведена интервально-качественная шкала оценки уровня промышленной безопасности.

Таблица 4 – Интервально-качественная шкала оценки

Уровень промышленной безопасности	Интегральный показатель уровня безопасности
Очень низкий	$0 \leq Y = \{0,025\}$
Низкий	$0 \leq Y = \{0,25; 0,55\}$
Средний	$Y = 0,5$
Высокий	$0,5 \leq Y \leq 0,75 = \{0,5; 0,75\}$
Очень высокий	$0,75 \leq Y \leq 1 = \{0,75\}$

Оптимальное решение о процессе контроля и его результатах определено цифровыми показателями, количественно.

Здесь количество баллов, приближенному к максимальному значению (0,75–1 балл) указывает на очень высокий уровень безопасности, а к минимальному (0–0,25 балл) — на очень низкий уровень безопасности.

«Для характеристики уровня безопасности недостаточно определить уровень безопасности на конкретный момент времени. Необходимо проанализировать особенности динамики в исследуемом периоде, чтобы оценить характер безопасности объекта и изменение его положения средних сравниваемых предприятий» [45].

«Существуют следующие подходы оценки:

- статистический;
- балльно-факторный;
- экспертный» [45].

Здесь определенно как экспертный метод можно использовать метод принятия решений, он основан на анализе событий технологического процесса с фиксированием экспертных оценок.

«При этом все множество разнородных факторов, влияющих на безопасность, разбивается на группы. Факторы, принадлежащие одной группе, имеют общие объединяющие признаки. Для определения весомости (значимости) влияния этих факторов на безопасность используются мнения экспертов, которые могут быть высказаны в количественной или лингвистической (вербальной) форме» [45].

Вышерассмотренные заключения математически формализуются в самой общей форме при минимуме исходных ограничений. Наилучшим методом формализации экспертных высказываний, их обработки и принятия решений является метод анализа иерархий.

«Необходимость учета множества факторов при оценке уровня промышленной безопасности и трудность формализации задачи приводит к необходимости использования теории принятия решений» [45].

Из существующих методов принятия решений мы отдаем предпочтение методу анализа иерархий.

Метод анализа иерархий – математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решений. МАИ не предписывает лицу, принимающему решение, какого-либо «правильного» решения, а позволяет ему в интерактивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению.

«Анализ проблемы принятия решений в МАИ начинается с построения иерархической структуры, которая включает цель, критерии, альтернативы и другие рассматриваемые факторы, влияющие на выбор. Эта структура отражает понимание проблемы лицом, принимающим решение. Каждый элемент иерархии может представлять различные аспекты решаемой задачи, причем во внимание могут быть приняты как материальные, так и нематериальные факторы, измеряемые количественные параметры и качественные характеристики, объективные данные и субъективные экспертные оценки. Иными словами, анализ ситуации выбора решения в МАИ напоминает процедуры и методы аргументации, которые используются на интуитивном уровне» [45].

Следующим этапом анализа является определение приоритетов, представляющих относительную важность или предпочтительность элементов построенной иерархической структуры, с помощью процедуры парных сравнений. Безразмерные приоритеты позволяют обоснованно сравнивать разнородные факторы, что является отличительной особенностью МАИ.

«На заключительном этапе анализа выполняется синтез (линейная свертка) приоритетов на иерархии, в результате которой вычисляются приоритеты альтернативных решений относительно главной цели. Лучшей считается альтернатива с максимальным значением приоритета. Метод анализа иерархий содержит процедуру синтеза приоритетов, вычисляемых на

основе субъективных суждений экспертов. Число суждений может измеряться дюжинами или даже сотнями. Математические вычисления для задач небольшой размерности можно выполнить вручную или с помощью калькулятора, однако гораздо удобнее использовать программное обеспечение (ПО) для ввода и обработки суждений» [45].

Самый простой способ компьютерной поддержки — электронные таблицы, самое развитое ПО предусматривает применение специальных устройств для ввода суждений участниками процесса коллективного выбора.

«Методика дает возможность сравнивать однотипные предприятия, оценивая уровни безопасности количественным показателям по всей совокупности факторов, а также, в случае необходимости, отслеживать значимость каждого фактора. Всем упомянутым заинтересованным сторонам в своей деятельности необходимо оценивать уровень безопасности предприятия» [45].

Таким образом, разработанная система принятия решения на множестве несистематизированных параметров при отсутствии доминирования позволяет:

- найти решение, удовлетворяющее все заинтересованные стороны;
- наилучшим образом учесть предпочтения заинтересованных сторон;
- свести к минимуму влияние лица, принимающего решение;
- наметить эффективные действия по управлению и контролю уровня промышленной безопасности ОПО.

Выводы к разделу 2

В качестве рассматриваемого объекта взята компрессорная станция газопровод «Челябинск-Петровск». Здание КС-9 одноэтажное, размером 21 м × 220 м × 15 м, 2 степени огнестойкости. Машинный зал категории «Г», зал нагнетателей категории «А». В машинном зале установлено 8 агрегатов с приводом нагнетателей от газотурбинной установки ГТК-10-4Б. Помещения защищены автоматической пожарной сигнализацией с выводом контрольных приборов на ГЩУ КС-9 и проходную.

Насыщенность станции сложным импортным оборудованием, их энергооснащённость, наличие горючих веществ, природного газа и материалов в значительной мере увеличивает возможность возникновения аварийных ситуаций. В нагнетательных галереях установлены газовые нагнетатели и вспомогательное оборудование, где возможны утечки газа, в результате чего может образоваться взрывоопасная газоздушная смесь. Взрыв этой смеси может привести к сильным разрушениям здания компрессорного цеха и человеческим жертвам, что принесёт значительный моральный и материальный ущерб. В качестве средств пожаротушения в производственных помещениях установлены переносные углекислотные огнетушители, ящики с песком и щиты с противопожарным инвентарём. Для аварийного слива масла предусмотрены подземные ёмкости и производится ключом «Аварийный слив масла», который находится на ГЩУ агрегата.

Горючей загрузкой является:

- аккумуляторная,
- помещение масляного хозяйства (2 резервуара в машинном зале по 6 т масла),
- помещение кислот.

На КС-9 установлена автоматическая система пенного пожаротушения. Установка обеспечивает автоматическую сигнализацию о возникновении пожара на турбоагрегатах и автоматическое тушение воздушно-механической пеной средней кратности. Система ГАЗ - 1 предназначена для непрерывного автоматического контроля загазованности помещений класса В - 1 а, классификации по ПУЭ гл. 7-3, где по условиям работы возможно образование взрывоопасных смесей 1 категории группы Т1.

Критериями оценки функционирования системы обеспечения промышленной безопасности являются:

- основы обеспечения надежности оборудования объекта;
- регистрация ОПО в государственном реестре [15];

- основы производственного контроля;
- обучение и аттестация рабочих мест персонала объекта;
- идентификация ОПО;
- мероприятия по снижению риска ПБ;
- инвестиции в обеспечение защиты;
- оценка ущерба от травм, производственного травматизма;
- эффективность системы оплаты труда.

«Уровень квалификации специалистов, эксплуатирующих опасный производственный объект. Организация процесса производства в части предупреждения возникновения чрезвычайных происшествий, аварий и несчастных случаев. Особо остро это наблюдается на объектах нефтегазовой отрасли. По информации Ростехнадзора, в течение последних 10 лет основные причины аварий в этой сфере можно классифицировать как технические, так и организационные. К первым относятся: Повреждения и дефекты в конструкции зданий ОПО, а также технические проблемы с оборудованием. Отклонения от проектных решений в процессе строительства и монтажа опасного производственного объекта. Высокий износ оборудования. Недостаточный уровень внедрения новых технологий. Низкое оснащение производства автоматическими системами, а также устройствами телемеханики. Активность коррозионных процессов, влияющих на качественное состояние технических и технологических частей опасного производственного объекта. Низкий уровень (или его полное отсутствие) средств оперативной связи и сигнализации» [28].

Приведены метод совершенствования процедуры контрольных мероприятий на опасных производственных объектах, метод оценки технического состояния объектов до достижения установленных сроков и анализом возможных рисков и система оценки и управления безопасностью предприятия в условиях неопределенности. Показаны достоинства их применения при аудите промышленной безопасности ОПО.

3 Опытнo-экспериментальная апробация системы методов обеспечения промышленной безопасности

3.1 Результаты аудита промышленной безопасности на объекте

В качестве рассматриваемого объекта взята компрессорная станция газопровод «Челябинск-Петровск. Здание КС-9 одноэтажное, размером 21 м × 220 м × 15 м, 2 степени огнестойкости, III класс опасности по ОПО. Помещения защищены автоматической пожарной сигнализацией с выводом контрольных приборов на ГЩУ КС-9 и проходную.

Все виды компрессорных станций подобны по технологическому циклу, но отличаются приводом нагнетателей. Наиболее пожароопасной является КС-9, где приводом нагнетателя является газотурбинная установка ГТК-10-4б.

В таблице 5 приведены результаты проверки документации ОПО.

Таблица 5 – Результаты проверки документации ОПО

Перечень необходимых документов	Наличие, соответствие нормативным требованиям
Лицензия на право эксплуатации взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектов I, II и III классов опасности	в наличии, соответствует
Документы основания опасного производственного объекта	в наличии, соответствует, р. 4 п. 2.1 о приказе руководителя не согласованы сроки исполнения
Заключение экспертизы промышленной безопасности	в наличии, соответствует
Договоры страхования риска при эксплуатации ОПО	в наличии, соответствует
Документы по укомплектованности штата работников ОПО	в наличии, соответствует
Документы по допуску к работе ОПО лиц, удовлетворяющих соответствующим квалификационным требованиям	в наличии, соответствует
Документы по проведению подготовки и аттестации работников в области промышленной безопасности	в наличии, соответствует

Далее в таблице 6 приведены данные аналитического контроля ОПО.

Таблица 6 – Аналитический контроль ОПО

Наименование стадии процесса	Контролируемый параметр	Частота и способ контроля	Нормы и показатели	Методики испытания	Кто контролирует
Газы на входе в цех	1 Объемная доля, %	По требованию	Не менее 80	Титриметрический МИ 1204-01.2	Лаборант ОТК
	2 Объемная доля кислорода, %	По требованию	Не более 3,5	Хроматографический МИ 1204-01.2	
	3 Объемная доля горючих, %	По требованию	Не более 3,5	Хроматографический МИ 1204-01.2	
	4 Массовая концентрация карбамида, г/м ³	По требованию	Не более 0,3	Фотоколориметрический МИ 1204-11.1	
	5 Массовая концентрация масла, мг/м ³	По требованию	Не более 10	Спектрофотометрический МИ 1204-12.1	
	6 Объемная доля углекислого газа, %	По требованию		Расчетный МИ 1204-08.1	
Воздух производственных помещений при проведении ремонтных работ	Массовая концентрации, мг/м ³	По требованию	Не более 20	Линейно-колористический	Лаборант ОТК
	Объемная доля горючих, %	По требованию	Не более 0,05	Хроматографический ПНД Ф 13.1:2.22-98	

«Установка электрооборудования, не связанного с эксплуатацией резервуаров, и транзитная прокладка электрокабельных линий внутри обвалования резервуаров не допускаются. Запорные устройства, установленные непосредственно у резервуара, должны дублироваться установкой запорных устройств на технологических трубопроводах вне обвалования. Узлы задвижек вне обвалования должны обеспечивать необходимые технологические переключения, а также возможность надежного отключения каждого резервуара. Применение арматуры с

дистанционным управлением (электро-, пневмо- или гидроприводной) определяется условиями технологического процесса перекачки с обоснованием в проектной документации (документации на техническое перевооружение). Для вновь проектируемых резервуаров управление приводами запорной арматуры должно быть дистанционным из помещения управления (операторной) и по месту ее установки» [28].

Действия сотрудников перед пуском оборудования в эксплуатацию:

- проверка правильности установки арматуры, контрольно-измерительных приборов и автоматики в соответствии с проектом;
- проверка наличия паспортных заглушек на аппаратах и связанных с ними коммуникациях, находящихся в ремонте или в стадии монтажа;
- внешний осмотр убедиться в исправности оборудования, коммуникаций, вентиляции, арматуры, электротехнического оборудования, контрольно-измерительных приборов и автоматики, в конце подготовки к пуску вся запорная, отсечная и регулирующая арматура должна быть закрыта;
- проверка исправности защитного заземления оборудования, коммуникаций, электродвигателей;
- проверка наличия телефонной связи со всеми взаимосвязанными службами и громкоговорящей связи с рабочими местами.

«Все технологические операции по приему, хранению и отгрузке нефти и нефтепродуктов в резервуарных парках должны проводиться в соответствии с требованиями производственных инструкций (технологических карт), утвержденных эксплуатирующей организацией [38].

В процессе эксплуатации резервуаров необходимо обеспечивать осмотр их технического состояния, техническое обслуживание, ремонт и техническое диагностирование в соответствии с требованиями организации-изготовителя, указанными в технической документации и определенными проектной документацией (документацией на техническое перевооружение).

При внутреннем осмотре резервуаров, колодцев управления задвижками и других сооружений при наличии в них паров нефтепродуктов следует использовать изолирующие средства защиты органов дыхания» [28].

В таблице 7 приведен анализ систем дистанционного управления.

Таблица 7 – Анализ систем дистанционного управления

Наименование	Позиция	Система контроля	Состояние	Средство контроля
1. Электрозадвижка Д-1 на трубопроводе входа	ЕНС-0121	Дистанционное управление и световой сигнал на щите КИП в ЦПУ	Открыта Закрыта	1. Концевой выключатель 2. Сигнальные лампы
2. Электрозадвижка Д-2 на трубопроводе входа газов дистилляции	ЕНС-2501	Дистанционное управление и световой сигнал на щите КИП в ЦПУ	Открыта Закрыта	1. Концевой выключатель 2. Сигнальные лампы
3. Электрозадвижка Д-3 на трубопроводе входа газов дистилляции в скруббер	ЕНС-2011	Дистанционное управление и световой сигнал на щите КИП в ЦПУ	Открыта Закрыта	1. Концевой выключатель 2. Сигнальные лампы

Оборудование после ремонта перед сдачей в эксплуатацию испытывается под непосредственным наблюдением руководителя ремонта. Объем испытаний определяется ТУ на ремонт.

Арматура и приборы после ремонта проверяются на герметичность на инертных средах при полной сборке схемы на месте.

Сосуды, работающие под давлением, на которых проводились ремонтные работы, испытаны на прочность в соответствии с требованиями Правил промышленной безопасности производственных объектов, на которых используется оборудование, работающие под избыточным давлением.

Сосуды для горючих, взрывоопасных, токсичных газов или жидкостей подвергаются пневмоиспытанию на плотность. При проведении испытаний

руководитель ремонта является ответственным лицом за техническую готовность испытываемого оборудования.

Руководитель ремонта, основываясь на результатах испытаний, принимает меры по устранению дефектов, выявленных на оборудовании в процессе испытаний, если таковые имели место.

Устранение дефектов, выявленных в процессе испытаний, считается продолжением ремонта и ведется в соответствии с техническими условиями на ремонт.

После ремонта оборудование принимается в эксплуатацию по акту комиссией или начальником смены (в зависимости от вида ремонта) за подписью лиц, сдающих оборудование из ремонта, и лиц, принимающих его из ремонта. Перед сдачей в эксплуатацию оборудование проходит холостую обкатку и испытание на рабочих средах.

Перед пуском оборудования в холостую обкатку и перед испытанием в рабочих условиях проверяют:

- состояние оборудования, правильность сборки схем подсоединения коммуникаций к аппаратам, правильность установки запорной и регулирующей арматуры, предохранительных устройств, приборов контроля и автоматики;
- исправность заземления электродвигателей, пускателей, другого электрооборудования, относящегося к пускаемому в обкатку оборудованию, а также наличие заземляющих устройств на аппаратах и трубопроводах;
- наличие ограждений вращающихся, движущихся частей и других предохранительных устройств.

В случае обнаружения каких-либо дефектов в процессе испытания оборудования принимаются меры к их устранению, после повторного испытания вхолостую оборудование готовится к испытанию его в рабочих условиях с соответствующим оформлением документации.

Все операции по пуску оборудования производятся согласно рабочим инструкциям, инструкции по охране труда, промышленной безопасности, пожарной безопасности и промышленной санитарии, правилам и нормам эксплуатации оборудования.

Перед пуском отдельных стадий производства (технологических установок ТУ) в работу предупреждают обслуживающий персонал смежных технологических установок о проведении пусковых операций.

В таблице 8 приведен перечень средств автоматики, используемых по плану мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий.

Таблица 8 – Перечень средств автоматики, используемых по плану мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий

Наименование технологического блока по ПЛАС	Перечень средств автоматики
Блок 1 Узел приема газа	Светозвуковая сигнализация на ЦПУ. Дистанционное управление Электрозадвижка ЕНС-0121
Блок 2 Узел приема газов дистилляции	Светозвуковая сигнализация на ЦПУ Дистанционное управление Электрозадвижки ЕНС-2501 ЕНС-2011 ЕНС-2051
Блок 3 Система охлаждения воздуха	Система блокировок и сигнализации Газоанализаторы Светозвуковая сигнализация на ЦПУ
Блок 4 Транспортирование, упаковка и хранение	-

При подаче пара в трубопроводы и аппараты запорную арматуру открывают медленно, плавно, во избежание гидравлических ударов.

При пуске оборудования необходимо соблюдать правила эксплуатации оборудования и выдерживают нормы технологического режима (температуру, давление и т.д.), указанные в настоящем регламенте.

Все операции по пуску и эксплуатации оборудования осуществляются согласно требованиям соответствующих разделов инструкций по рабочим местам и технике безопасности.

По всем изменениям, проведенным в технологической схеме в период проведения ремонта, а также по вновь установленным, до пуска оборудования в эксплуатацию вносят все изменения в техническую документацию и проводят обслуживающему персоналу инструктаж по установленной форме.

Аварийная остановка производства выполняется по рабочим местам обслуживания технологическим персоналом согласно инструкциям по рабочим местам и плану локализации и ликвидации аварии.

При необходимости аварийной остановки по вышеперечисленным причинам остановка оборудования производится из ЦПУ и по месту.

3.1.2 Сведения о категории зданий, сооружений, помещений, оборудования и наружных установок по признаку промышленной безопасности

Полупогружными насосными агрегатами вода из железобетонного резервуара по трубопроводу подаётся на технологическое оборудование цеха №38, где нагревается и далее по напорным трубопроводам возвращается для охлаждения. Горячая обратная вода через напорные трубы поступает в водораспределительную систему, где через водосборный бассейн равномерно разбрызгивается форсунками по оросителю [43]. Ороситель обеспечивает необходимую поверхность охлаждения путем теплообмена воды с воздухом, который затягивается вентилятором из внешней среды. Капельный унос и потери на испарение компенсируется подпиткой из внешнего трубопровода. Охлаждённая обратная вода сливается в резервуар и процесс повторяется, обеспечивая обратное водоснабжение.

Из бассейна охлажденная вода поступает на всасывающиеся полупогружные насосы обратного водоснабжения. На каждой вновь проектируемой трубе от насоса до центральной напорной магистрали установлены обратные клапаны и затворы поворотные с электроприводом. Далее охлажденная вода, от основного коллектора, по технологическим трубопроводам, подается на охлаждение технологической установки. После оборудования нагретая вода, по трубопроводам собирается в стальной

коллектор и возвращается к блоку. Повышенное остаточное давление снимается на плунжерном регулирующем клапане оснащенным датчиком давления после себя.

«Низкая квалификация персонала. Недооценка возможного риска на конкретном рабочем месте. Наличие на ответственных рабочих местах лиц, не имеющих профессиональной подготовки. Решение производственных задач на опасных объектах в ущерб их безопасности. Низкая организация производственных работ. В первую очередь организационные причины аварий в нефтегазовой отрасли зависят от того, насколько эффективно отработана технология процесса производства. Проблема как раз и заключается в том, что в отрасли достаточно неэффективная система контроля над производством в части обеспечения и соблюдения требований промышленной безопасности [23]. Более того на опасных производственных объектах нефтегазовых предприятий зачастую нарушается технологический процесс, оборудование содержится в ненадлежащем для эксплуатации состоянии и, кроме того, игнорируются нормативные регламенты безопасности. Практически все специалисты отрасли утверждают, что требования и нормативы промышленной безопасности не могут отвечать современному уровню опасных производственных объектов, а также профессионализму рабочего персонала и специалистов. Тем не менее эксперты в области безопасности уверены – многочисленные аварии на подобных предприятиях связаны главным образом с незнанием, непониманием, а иногда просто игнорированием утверждённого нормативного регламента промышленной безопасности» [28].

Далее нагретая вода по 2 стальным трубам поступает к блокам с двух сторон, и по вертикальным стальным напорным трубам подается на отсеки. Трубопроводы в начале подъема оборудованы дисковыми поворотными затворами с электроприводом.

В технологическом процессе на объектах проектирования обращаются следующие технологические среды:

- пожаробезопасные: вода (H_2O) [3];
- пожароопасные: не применяются;
- пожаровзрывоопасные: не применяются;
- горючие жидкости: не используются;
- твердые горючие материалы: не используются.

Вышеуказанные пожароопасные и взрывопожароопасные продукты по пожарной опасности классифицируются следующим образом:

- горючие газы: не применяются.
- горючие аэрозоли и пыли: не используются;
- легковоспламеняющиеся жидкости: не используются.

По взрывопожарной и пожарной опасности, с учётом свойств рабочего вещества, его количества и условий проведения процесса, проектируемый ВОЦ-13 в соответствии с СП 12.13130.2009 относится к категории ДН [16].

В силу требований ФЗ-123, ФЗ-116, в проектной документации в полном объеме выполнены обязательные требования пожарной и промышленной безопасности, установленные техническими регламентами.

Для обеспечения требуемой промышленной безопасности на объекте защиты, входящих в границу проектирования, предусматриваются следующие системы обеспечения промышленной безопасности и типы техники:

- коллективной защиты и средства индивидуальной защиты людей от опасных факторов аварийных ситуаций;
- первичные средства пожаротушения [34];
- наружного водяного пожаротушения.

Система коллективной защиты и средства индивидуальной защиты людей от опасных факторов аварийных ситуаций [17].

Система коллективной защиты обеспечивается наличием проходов между оборудованием, достаточность эвакуационных проходов.

Предусматриваются короткие и беспрепятственные пути эвакуации обслуживающего персонала из любой точки сооружения. Эвакуационные

пути из помещений выполняются. В соответствии с требованиями п.9.2.4. СП 1.13130.2009, эвакуация допускается по одной лестнице 3 типа, расстояние до которой не должно превышать 25 метров, а расстояние от наиболее удаленного места на водооборотной цикле за границы сооружения не ограничивается. На объекте запроектировано две вертикальных стальных лестницы на расстоянии не более 10 метров [19].

Размещение оборудования и обслуживающих площадок обеспечивает доступ персонала к оборудованию, удобство и безопасность эксплуатации, возможность проведения работ, принятия оперативных мер по предотвращению аварийных ситуаций и локализации аварий, а также беспрепятственную эвакуацию обслуживающего персонала при аварии. Для быстрой и безопасной эвакуации площадки и лестницы оснащены поручнями и промежуточными защитными элементами. Полы площадок, перекрытий, ступеньки лестниц – ровные, нескользкие, выполнены из негорючего материала.

На объекте предусмотрено рабочее, аварийное освещение. Для питания рабочего и аварийного освещения принят переменный ток промышленной частоты 50 Гц, с напряжением на лампах 220 В. Питание светильников рабочего и аварийного освещения предусматривается от щитков рабочего и аварийного освещения, которые запитываются от щита ШР с разных секций. Распределительная сеть рабочего освещения выполняется кабелем с медными жилами марки ВВГнг(А)-LS и ВБШвнг(А)-LS, а для аварийного - ВВГнг(А)-FRLS и ВБШвнг(А)-FRLS. Типы светильников выбраны в соответствии с назначением и средой установки с уровнем пылевлагозащиты не ниже IP65. Светильники аварийного освещения выделены из числа светильников рабочего освещения. Для освещения приняты светильники ГСП 70 со металлогалогенными лампами. Вышеперечисленные мероприятия обеспечивают безопасность людей в течение всего времени развития и тушения пожара, а также времени, необходимого для эвакуации.

В соответствии с требованиями раздела XIX «Правил противопожарного режима в Российской Федерации» и приложения 1 оснащаются первичными средствами пожаротушения в соответствии с нормами оснащения.

В настоящих проектных решениях для наружного водяного пожаротушения используются существующие наружные сети хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода.

Принятые организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной и промышленной безопасности объекта в соответствии с п.4 ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования» включают:

- организацию подразделений промышленной безопасности, организацию ведомственных служб пожарной безопасности. Подразделение на договорной основе содержит подразделение Федеральной государственной противопожарной службы, обеспечивающее решение первоочередных задач по локализации и ликвидации аварийных ситуаций на объекте;
- организацию обучения работающих правилам промышленной безопасности на производстве [5];
- для проведения вводного инструктажа, инструктажа, обучения и проверки знаний по промышленной безопасности, работающих разработаны соответствующие инструкции (ОТБ-1, ОТБ-9);
- разработку и реализацию норм и правил промышленной безопасности, инструкций о порядке обращения с пожароопасными веществами и материалами, о соблюдении противопожарного режима и действиях людей при возникновении аварийных ситуаций;
- разработаны и реализуются требования промышленной безопасности, отраженные соответствующих инструкциях, содержащие требования по содержанию территории акционерного общества, зданий, сооружений и технологических установок, производственного оборудования, описание возможных причин пожаров и взрывов, требования по действиям персонала при возникновении пожара, по

охране труда и окружающей среды при тушении пожара, правила применения первичных средств пожаротушения, требования по контролю за состоянием средств противопожарной защиты [53].

При эксплуатации объекта предусматривается выполнение следующих организационно-технических мероприятий:

- все работники акционерного общества обязаны знать местонахождение ближайших от своего рабочего места первичных средств пожаротушения, пожарных извещателей, телефоны вызова АСС, АСФ, уметь производить вызов пожарной части и пользоваться первичными средствами пожаротушения;
- с целью снижения риска возникновения загораний на территории, а также в производственных помещениях курение запрещено.

Начальник производства обязан распоряжением по подразделению установить соответствующий опасности цеха, в том числе:

- определить места и допустимое количество единовременно хранящихся сгораемых веществ и материалов;
- установить порядок уборки помещений от горючих отходов и пыли, хранение промасленной спецодежды;
- определить порядок чистки вентиляционных систем;
- определить место эксплуатации нагревательных и других бытовых электроприборов, которые должны быть стандартного изготовления, иметь паспорт и сертификат;
- определить порядок осмотра и закрытия помещений после окончания работы;
- определить постоянные места проведения огневых работ.

Для привлечения работников предприятия к работе по предупреждению и борьбе с аварийными ситуациями в подразделении создается техническая комиссия и формирования по ликвидации аварийных ситуаций.

Работники предприятия и сторонних организаций, выполняющие работы с применением открытого огня, искрообразованием и нагреванием до температур, способных вызвать воспламенение материалов и конструкций (электросварка, газосварка, паяльные работы, механическая обработка металла с образованием искр, работа с отбойным молотком и т.п.), допускаются к самостоятельной работе после прохождения обучения по пожарно-техническому минимуму, успешной сдачи зачетов и прохождения инструктажей в соответствии с требованиями инструкции ОТБ-1.

Дороги, проезды и подъезды к зданиям, сооружениям, открытым складам, наружным пожарным лестницам и водоисточникам, используемым для целей пожаротушения, должны быть всегда свободными для проезда пожарной техники, содержаться в исправном состоянии, в ночное время освещаться, а зимой быть очищенными от снега и льда.

3.2 Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации

Способ дистанционного контроля промышленной безопасности опасного производственного объекта предназначен для обеспечения промышленной безопасности и дистанционного мониторинга технического, технологического и иного состояния объектов статического или динамического оборудования.

В таблице 9 приведен план финансового обеспечения мероприятия.

Таблица 9 – План финансового обеспечения мероприятия

Наименование мероприятия	Основание	Стоимость, руб.	Срок реализации	Ответственный
Установка контроля промышленной безопасности	План мер по улучшению условий труда на 2022 г.	644 088	4 кв. 2022г.	Главный инженер

Далее в таблице 10 приведена смета расходов на мероприятие.

Таблица 10 – Смета расходов на мероприятие

Наименование рабочей зоны	Блоки оперативного мониторинга	Система аварийного отключения	ИТОГО
Стоимость оборудования, руб.	85523	184000	269523
Стоимость проектирования, руб.	54000	165000	219000
Стоимость монтажных работ, руб.	42325	113240	155565
Итоговая стоимость оснащения, руб.	181848	462240	644088

Экономический эффект:

$$\mathcal{E}_r = Y - Z \quad (1)$$

где \mathcal{E}_r – годовой экономический эффект, руб.;

Y – величина годового ущерба, потерь организации (например, от производственного травматизма), руб.;

Π – величина полученного дохода (прибыли) от реализации мероприятия, руб.;

Z – затраты на реализацию мероприятия, руб.

$$\mathcal{E}_r = 1840000 - 644088 = 1195912$$

Основной целью расчета эффекта является определение эффективности.

Эффективность:

$$\mathcal{E} = \frac{Y}{Z} \quad (2)$$

где \mathcal{E} – экономическая эффективность мероприятия.

$$\mathcal{E} = \frac{1840000}{644088} = 2,86$$

Чистый экономический эффект (чистый доход):

$$\text{ЧЭЭ} = \sum \text{Э}_t - \text{З}_t, \quad (3)$$

где Э_t – результаты (эффекты, предотвращенный ущерб), достигнутые на t -ом шаге расчета;

З_t – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения.

$$\text{ЧЭЭ} = 512000 - 259000 = 253000,$$

Чистый дисконтированный доход ЧДД, накопленный дисконтированный эффект за расчетный период:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (\text{Э}_t - \text{З}_t + A_t) \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (4)$$

$$\text{ЧДД} = 3250000,$$

где Э_t – результаты (эффекты, предотвращенный ущерб), достигнутые на t -ом шаге расчета;

З_t – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения;

A_t – амортизационные отчисления, осуществляемые на этом шаге;

T – горизонт расчета;

E – норма дисконта.

Норма амортизаций:

$$N_A = \frac{1}{C \cdot 100\%}, \quad (5)$$

$$H_A = \frac{1}{5 \cdot 100\%} = 0,002$$

Срок окупаемости:

$$T_{ок} = T - \frac{ЧДД_T}{ЧДД_{T+1} - ЧДД_T}, \quad (6)$$

$$T_{ок} = 5,95$$

где T – год, в котором значение чистого дисконтированного дохода последний раз отрицательное;

Поскольку $ИД > 1$, проект принимается. Расчет ЧЭЭ, ЧДД представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Интегральные показатели эффективности мероприятия

Наименование показателей	Значение показателей по годам, тыс. д. е.				
	1	2	3	4	5
Капитальные вложения	644088	-	-	-	-
Ежегодные затраты	251000	214000	145000	58000	64000
Амортизация	0,98	0,95	0,85	0,75	0,65
Эффект	1,8	1,6	1,5	1,2	1,1
ЧЭЭ	253000	218000	189000	145000	123000
Коэффициент дисконтирования	1,89	1,78	1,68	1,54	1,47
ЧДД с нарастающим итогом	3250000	3540000	3580000	3940000	3980000
Ток	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95
Дисконтированные вложения	147 214	112 512	102 256	98 541	93 142,2
Дисконтированный доход	3250000	2200000	1560000	950000	830000
Индекс доходности	1,6				

Индекс доходности ИД, или индекс рентабельности капвложений, рассчитывается как:

$$ИД = \frac{\sum_{t=0}^T (Э_t + A_t)(1+E)^{t-1}}{\sum_{t=0}^T K_t(1+E)^{t-1}}, \quad (7)$$

$$\text{ИД} = 1,59,$$

Особенности устройства позволяют кардинально решить проблемы промышленной безопасности, в том числе, эффективность и результативность технологического аудита ОПО.

Устройство позволяет повысить готовность до 100% и исключить человеческий фактор, обеспечивая полный контроль системы на всех уровнях, значительно повысить эффективность сбора данных о промышленных авариях.

Информация об упреждающих показателях сохраняется в базе данных реального времени, откуда поступает в блок визуализации, в котором подготавливается информация для визуализации данных в виде отчетов, экранных форм, графиков, трендов, прогноза на консоли событий рабочих станций операторов контролирующих органов, например, ситуационно-аналитического центра, либо органа госнадзора.

Выводы к разделу 3

В технологическом процессе на объектах проектирования обращаются следующие технологические среды:

- пожаробезопасные: вода (H_2O);
- пожароопасные: не применяются;
- пожаровзрывоопасные: не применяются;
- горючие жидкости: не используются;
- твердые горючие материалы: не используются.

Вышеуказанные пожароопасные и взрывопожароопасные продукты по пожарной опасности классифицируются следующим образом:

- горючие газы: не применяются.
- горючие аэрозоли и пыли: не используются;
- легковоспламеняющиеся жидкости: не используются.

По взрывопожарной и пожарной опасности, с учётом свойств рабочего

вещества, его количества и условий проведения процесса, проектируемый ВОЦ-13 в соответствии с СП 12.13130.2009 относится к категории ДН [44].

Для обеспечения требуемой промышленной безопасности на объекте защиты, входящих в границу проектирования, предусматриваются следующие системы обеспечения промышленной безопасности и типы техники:

- коллективной защиты и средства индивидуальной защиты людей от опасных факторов аварийных ситуаций;
- первичные средства пожаротушения;
- наружного водяного пожаротушения.

«Ручной отбор проб светлых нефтепродуктов через люк на крыше резервуара не допускается. Не допускается выполнять указанные операции во время грозы, а также во время закачки или откачки продукта. Контроль уровня нефтепродуктов в резервуарах должен осуществляться контрольно-измерительными приборами. Резервуарные парки хранения нефти и светлых нефтепродуктов должны оснащаться средствами автоматического контроля и обнаружения утечек нефтепродуктов и (или) их паров в обваловании резервуаров. Все случаи обнаружения утечек в обваловании резервуаров нефтепродуктов и (или) их паров должны регистрироваться приборами с выводом показаний в помещение управления (операторную) и документироваться» [28].

Система коллективной защиты и средства индивидуальной защиты людей от опасных факторов аварийных ситуаций. Система коллективной защиты обеспечивается наличием проходов между оборудованием, достаточность эвакуационных проходов. Определена эффективность способа дистанционного контроля промышленной безопасности опасного производственного объекта предназначен для обеспечения промышленной безопасности и дистанционного мониторинга технического, технологического и иного состояния объектов статического или динамического оборудования.

Заключение

За последние десятилетия в связи с ростом рыночной экономики заметно увеличивается количество объектов с наличием технологического процесса.

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

Особенности устройства позволяют кардинально решить проблемы промышленной безопасности, в том числе, эффективность и результативность технологического аудита ОПО. Устройство позволяет повысить готовность до 100% и исключить человеческий фактор, обеспечивая полный контроль системы на всех уровнях, значительно повысить эффективность сбора данных о промышленных авариях.

Был проведен анализ состояния промышленной безопасности в РФ, описаны сведения нормативно-правового обеспечения промышленной безопасности в РФ и выделены методы организации промышленной безопасности на производстве.

Система обеспечения противопожарных мероприятий достигается следующими методами и мерами:

- подбором квалифицированного персонала, инженеров промышленной и пожарной безопасности с наличием высшего профильного образования и опыта в промышленной деятельности;
- своевременной заменой оборудования и аппаратов технологического процесса хранения и переработки нефтепродуктов;

- устройством широких подъездных путей, наличием первичных средств пожаротушения с беспрепятственным доступом к ним;
- наличием источников противопожарного водоснабжения – внутренних и наружных;
- обучение персонала и работников объекта мерам пожарной безопасности, действиям в условиях экстремальной ситуации;
- внедрением комплекса профилактических мероприятий;
- недопущением изменений конструктивных решений без обоснованного проекта и законодательной основы;
- обеспечением заземления и устройств молниезащиты и предупреждения статического электричества;
- проведением совместных тренировок и учений со службами жизнеобеспечения для отработки практических действий;
- наличием резервных резервуаров и емкостей для перелива ЛВЖ, ГЖ;
- наличием газоанализаторов, паров ЛВЖ для стабилизации и безаварийной работы технологического процесса;
- наличием обвалования и других элементов конструктивного исполнения во избежания разлива ЛВЖ, аварийных ситуаций;
- наличием АПС, АУПТ, СОУЭ.

Методы организации промышленной безопасности на производстве:

- обучение персонала мерам безопасности на рабочем месте;
- проверка знаний о действиях в условиях нарушения технологического процесса и возникновения аварийного режима;
- разработка систем по внедрению аварийных систем промышленной безопасности;
- обновление системы управления пожарной безопасностью (проверка и замена систем АПС, АУПТ, средств первичного пожаротушения).

Основными мероприятиями для повышения уровня безопасности на объекте нефтехимии:

- регулярное проведение технического обслуживания всех действующих агрегатов и узлов технической системы, нормальное функционирование процесса с выполненными в полном объеме должностными инструкциями, предъявляемыми к оборудованию;
- внедрение и замена износившихся деталей рабочего оборудования, замена расходных материалов в срок, применение в рабочем процессе датчиков показания рабочих температур, фильтрационных устройств и других анализирующих устройств;
- снабжение средствами индивидуальной защиты органов дыхания и зрения, своевременные испытания данных средств, постоянное ведение и содержание их в исправном состоянии;
- проведение совместных тренировок с подразделениями пожарной охраны, в районе выезда которой находится данный объект (проведение ПТЗ, ПТУ) [35];
- разработка документированной информационной базы (алгоритмы действий сотрудников объекта, должностные инструкции, список аварийных служб города, эвакуационные планы и размещения выходов);
- регулярный контроль знаний работниками объекта с отработкой учебных тревог в практической деятельности функционирования объекта.

В качестве рассматриваемого объекта взята компрессорная станция газопровод «Челябинск-Петровск». Здание КС-9 одноэтажное, размером 21 м × 220 м × 15 м, 2 степени огнестойкости. Машинный зал категории «Г», зал нагнетателей категории «А». В машинном зале установлено 8 агрегатов с приводом нагнетателей от газотурбинной установки ГТК-10-4Б. Помещения

защищены автоматической пожарной сигнализацией с выводом контрольных приборов на ГЩУ КС-9 и проходную.

Насыщенность станции сложным импортным оборудованием, их энергооснащённость, наличие горючих веществ, природного газа и материалов в значительной мере увеличивает возможность возникновения аварийных ситуаций.

В нагнетательных галереях установлены газовые нагнетатели и вспомогательное оборудование, где возможны утечки газа, в результате чего может образоваться взрывоопасная газоздушная смесь. Взрыв этой смеси может привести к сильным разрушениям здания компрессорного цеха и человеческим жертвам, что принесёт значительный моральный и материальный ущерб.

В качестве средств пожаротушения в производственных помещениях установлены переносные углекислотные огнетушители, ящики с песком и щиты с противопожарным инвентарём. Для аварийного слива масла предусмотрены подземные ёмкости и производится ключом «Аварийный слив масла», который находится на ГЩУ агрегата.

Горючей загрузкой является:

- аккумуляторная,
- помещение масляного хозяйства (2 резервуара в машинном зале по 6 т масла),
- помещение кислот.

На КС-9 установлена автоматическая система пенного пожаротушения. Установка обеспечивает автоматическую сигнализацию о возникновении пожара на турбоагрегатах и автоматическое тушение воздушно-механической пеной средней кратности. Система ГАЗ - 1 предназначена для непрерывного автоматического контроля загазованности помещений класса В - 1 а, классификации по ПУЭ гл. 7-3, где по условиям работы возможно образование взрывоопасных смесей 1 категории группы Т1.

Критериями оценки функционирования системы обеспечения промышленной безопасности являются:

- основы обеспечения надежности оборудования объекта;
- регистрация ОПО в государственном реестре;
- основы производственного контроля;
- обучение и аттестация рабочих мест персонала объекта;
- идентификация ОПО;
- мероприятия по снижению риска ПБ;
- система обеспечения промышленной и пожарной безопасности;
- анализ и отчетность;
- динамика уровня безопасности производства;
- затраты обеспечения производства;
- инвестиции в обеспечение защиты;
- оценка ущерба от травм, производственного травматизма;
- эффективность системы оплаты труда.

В технологическом процессе на объектах проектирования обращаются следующие технологические среды:

- пожаробезопасные: вода (H_2O);
- пожароопасные: не применяются;
- пожаровзрывоопасные: не применяются;
- горючие жидкости: не используются;
- твердые горючие материалы: не используются.

Вышеуказанные пожароопасные и взрывопожароопасные продукты по пожарной опасности классифицируются следующим образом:

- горючие газы: не применяются.
- горючие аэрозоли и пыли: не используются;
- легковоспламеняющиеся жидкости: не используются [52].

По взрывопожарной и пожарной опасности, с учётом свойств рабочего вещества, его количества и условий проведения процесса, проектируемый

ВОЦ-13 в соответствии с СП 12.13130.2009 относится к категории ДН.

В силу требований ФЗ-123, ФЗ-116, в проектной документации в полном объеме выполнены обязательные требования пожарной и промышленной безопасности, установленные техническими регламентами.

Для обеспечения требуемой промышленной безопасности на объекте защиты, входящих в границу проектирования, предусматриваются следующие системы обеспечения промышленной безопасности и типы техники:

- коллективной защиты и средства индивидуальной защиты людей от опасных факторов аварийных ситуаций;
- первичные средства пожаротушения;
- наружного водяного пожаротушения.

Система коллективной защиты и средства индивидуальной защиты людей от опасных факторов аварийных ситуаций.

Определена эффективность способа дистанционного контроля промышленной безопасности опасного производственного объекта предназначен для обеспечения промышленной безопасности и дистанционного мониторинга технического, технологического и иного состояния объектов статического или динамического оборудования.

Приведены метод совершенствования процедуры контрольных мероприятий на опасных производственных объектах, метод оценки технического состояния объектов до достижения установленных сроков и анализом возможных рисков и система оценки и управления безопасностью предприятия в условиях неопределенности. Показаны достоинства их применения при аудите промышленной безопасности ОПО.

Список используемых источников

1. Арустамов Э.А., Косолапова Н.В., Прокопенко Н.А. Безопасность жизнедеятельности : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. М . : Издательский центр «Академия», 2015. – 176 с.
2. Ацканов, Р. Р. Экологическое развитие регионов как основа реализации государственной политики в сфере природопользования // Биоэкономика и экобиополитика. 2015. № 1 (1). С. 23-28. [Электронный ресурс] – URL: <https://moluch.ru/th/7/archive/20/523/> (дата обращения: 27.04.2022).
3. Бурко Р. А. Экологические проблемы современного общества и их пути решения // Молодой ученый. 2013. № 11 (58). – С. 237-238. [Электронный ресурс] – URL: <https://moluch.ru/archive/58/8206/> (дата обращения: 20.05.2022).
4. Водный Кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]. Федеральный закон от 08.12.2020 №73-ФЗ. URL: <https://rulaws.ru/Vodnyy-kodeks/> (дата обращения: 24.05.2022).
5. Гамидова, А. Р. Проблема устойчивого развития в эколого-экономических системах / А. Р. Гамидова, А. Т. Эфендиева. – непосредственный // Молодой ученый. – 2010. – № 12 (23). – Т. 1. – С. 70-73. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/23/2487/> (дата обращения: 20.05.2022).
6. Горбунова, Е. С. Совершенствование процедуры проведения производственного контроля на опасных производственных объектах / Е. С. Горбунова. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2020. –№ 3 (293). – С. 43-45. – URL: <https://moluch.ru/archive/293/66404/> (дата обращения: 07.06.2022).
7. ГОСТ Р 59059-2020. Охрана окружающей среды. Контроль загрязнений атмосферного воздуха. [Электронный ресурс]: Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30

сентября 2020 г. N 711-ст. URL: <https://docs.cntd.ru/document/566283612> (дата обращения: 20.03.2022).

8. ГОСТ Р 56062-2014 Производственный экологический контроль. Общие требования. [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 29 июня 2015 г. N 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». № 26-ст. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200111620> (дата обращения: 27.06.2022)

9. ГОСТ Р 14.13-2007 Экологический менеджмент. Оценка интегрального воздействия объектов хозяйственной деятельности на окружающую среду в процессе производственного экологического контроля [Электронный ресурс]: Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2007 г. № 614-ст. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200068393> (дата обращения: 20.03.2022)

10. ГОСТ Р 14.12-2006 Экологический менеджмент. Интегрирование экологических аспектов в проектирование и разработку продукции [Электронный ресурс]: Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2006 г. № 335-ст. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200051441> (дата обращения: 27.06.2022)

11. Демик Н.К. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для иностранных студентов. М.: Изд-во Рос. экон. акад., 2007. – 118 с.

12. Земельный кодекс Российской Федерации. [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 07.12.2011 №136-ФЗ (ред. от 30.04.2021). URL: <https://rulaws.ru/Zemelnyy-kodeks/> (дата обращения: 24.05.2022).

13. Крепша Н.В. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для иностранных студентов / Национальный исследовательский Томский политехнический университет –Томск: изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 198 с.

14. Махотлова, М. Ш. Человек, окружающая среда и загрязнение природной среды / М. Ш. Махотлова, М. Х. Ахматова : непосредственный // Молодой ученый. – 2015. – № 21 (101). – С. 59-62. [Электронный ресурс] – URL: <https://moluch.ru/archive/101/22862/> (дата обращения: 20.05.2022).

15. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «О водоснабжении и водоотведении [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 07.12.2011 №417-ФЗ (ред. от 29.07.2017). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-07.12.2011-N-417-FZ/> (дата обращения: 24.05.2022).

16. О водоснабжении и водоотведении [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 07.12.2011 №416-ФЗ (ред. от 01.04.2020). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-07.12.2011-N-416-FZ/> (дата обращения: 24.05.2022).

17. О газоснабжении в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 31.03.1999 № 69-ФЗ (ред. от 26.07.2019) - URL: - <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-31.03.1999-N-69-FZ/> (дата обращения: 11.05.2022).

18. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 N 68-ФЗ (Ред. от 01.04.2020). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-21.12.1994-N-68-FZ/> (дата обращения: 16.04.2022).

19. О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 26.12.2008 №294-ФЗ (ред. от 08.12.2020). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-26.12.2008-N-294-FZ/> (дата обращения: 24.05.2022).

20. О лицензировании отдельных видов деятельности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 04.05.2011 №99-ФЗ (ред. от 07.04.2020). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-04.05.2011-N-99-FZ/> (дата обращения: 24.05.2022).

21. О подготовке и заключении договора водопользования [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 12.03.2008 №165 (ред. от 15.01.2020). URL: <https://rulaws.ru/goverment/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-12.03.2008-N-165/> (дата обращения: 24.05.2022).

22. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 27.12.2019). URL: <https://63.mchs.gov.ru/deyatelnost/napravleniya-deyatelnosti/grazhdanskaya-zashchita/6-operativnoe-planirovanie/1-normativnye-pravovye-akty/6-federalnyy-zakon-n-69-fz-o-pozharnoy-bezopasnosti> (дата обращения: 02.09.2022).

23. О применении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности [Электронный ресурс] : Письмо Ростехнадзора от 24.10.2019 № 08-00-13/485 – URL: https://rulaws.ru/acts/Pismo-Rostehnadzora-ot-24.10.2019-N-08-00-13_485/ (дата обращения: 14.05.2022).

24. О проведении эксперимента по внедрению системы управления дистанционным контролем промышленной безопасности [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 № 2415 - URL: - <https://rulaws.ru/goverment/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-31.12.2020-N-2415/> (дата обращения: 14.05.2022).

25. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 11.06.2021). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-21.07.1997-N-116-FZ/> (дата обращения: 11.05.2022).

26. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 24.06.1998 №89-ФЗ (ред. от 07.04.2020). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-24.06.1998-N-89-FZ/> (дата обращения: 24.05.2022).

27. Об охране атмосферного воздуха [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 04.05.1999 №96-ФЗ (ред. от 08.12.2020). URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-04.05.1999-N-96-FZ/> (дата обращения: 24.05.2022).

28. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 09.03.2021). – URL: <https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-10.01.2002-N-7-FZ/> (дата обращения: 19.04.2022).

29. Об утверждении Руководства по промышленной безопасности нефтебаз и складов нефтепродуктов [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 26.12.2012 № 777 (ред. от 20.01.2019) – URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Rostehnadzora-ot-26.12.2012-N-777/> (дата обращения: 14.05.2022).

30. Об утверждении Положения о государственном учете вредных воздействий на атмосферный воздух и их источников [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 21.04.2000 №373 (ред. от 26.12.2013). URL: <https://rulaws.ru/goverment/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-21.04.2000-N-373/> (дата обращения: 24.05.2022).

31. Об утверждении Положения об осуществлении государственного мониторинга водных объектов [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 10.04.2007 № 219 (ред. от 18.04.2014). URL: <https://rulaws.ru/goverment/Postanovlenie-Pravitelstva-RF-ot-10.04.2007-N-219/> (дата обращения: 25.04.2022).

32. Об утверждении Перечня вопросов, предлагаемых на квалификационном экзамене по аттестации экспертов в области промышленной безопасности [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 27.11.2017 № 498 (ред. от 02.07.2021) – URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Rostehnadzora-ot-27.11.2017-N-498/> (дата обращения: 14.05.2022).

33. Пат. 2666998 Российская Федерация, МПК G01N 33/00(2006.01). Способ оценки трансформации окружающей среды при техногенном воздействии/ Семячков А.И и др. ; заявитель и патентообладатель (СОО ОО МАНЭБ) (RU) Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный горный университет» (ФГБОУ ВО «УГГУ») (RU). – № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00

; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с. Электронный ресурс] URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2666998C2_20180913 (дата обращения: 05.04.2022).

34. Пат. 2410670 Российская Федерация, Способ оценки экологического состояния окружающей среды : пат. 2009115097/28, 2009.04.20 [Электронный ресурс]: авторское свидетельство URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2410670C2_20110127 (дата обращения: 04.05.2022).

35. Пат. 2680652 Российская Федерация, Способ комплексного мониторинга природной среды: пат. 2017116218, 2017.05.11 [Электронный ресурс]: авторское свидетельство URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU2680652C2_20190225 (дата обращения: 04.05.2022).

36. Пат. 2411334 Российская Федерация, Способ защиты окружающей среды : пат. 125869 [Электронный ресурс]: авторское свидетельство URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2411334> (дата обращения: 24.05.2022).

37. Пат. 2712945: Российская Федерация, Способ оценки окружающей среды : пат. 2569874 [Электронный ресурс]: авторское свидетельство URL: <https://findpatent.ru/patent/271/2712945.html> (дата обращения: 24.05.2022).

38. Пат. 2645249C1 Российская Федерация, Способ мониторинга окружающей среды и беспилотный аппарат для использования в данном способе : пат. 2645249 [Электронный ресурс]: авторское свидетельство URL: <https://patenton.ru/patent/RU2645249C1> (дата обращения: 24.05.2022).

39. Промышленное загрязнение окружающей среды [Электронный ресурс] URL: <https://www.polnaja-jenciklopedija.ru/planeta-zemlya/promyshlennoe-zagryaznenie-okruzhayuschey-sredy.html> (дата обращения: 16.04.2022).

40. Серебряный, Г.З. Оценка ожидаемых результатов долгосрочного предсказания максимальных концентраций и времени их достижения для наиболее токсичных радионуклидов с использованием аналитической модели миграции радионуклидов в пористых средах. 2018. № 7. С. 121-125. [Электронный ресурс] – URL: <https://sci-article.ru/stat.php?i=1618901420> (дата обращения: 20.05.2022).

41. Серикбаева, А. Б. Система оценки и управления безопасностью предприятия в условиях неопределенности / А. Б. Серикбаева, Д. Г. Алиева. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2016. – № 11 (115). – С. 471-473. – URL: <https://moluch.ru/archive/115/25272/> (дата обращения: 14.05.2022).

42. Серикбаева, А. Б. Система оценки и управления безопасностью предприятия в условиях неопределенности / Молодой ученый. –2016. –№ 11 (115). –С. 471-473. – URL: <https://moluch.ru/archive/115/25272/> (дата обращения: 14.05.2022).

43. Способ дистанционного контроля промышленной безопасности опасного производственного объекта 2748282С1 Российская Федерация, Способ дистанционного контроля [Электронный ресурс]: авторское свидетельство URL: <https://patents.google.com/patent/RU2748282C1/ru> (дата обращения: 20.05.2021).

44. Способ пожаро-взрывозащиты резервуара с нефтепродуктами, способ управления устройством аварийной разгерметизации и устройство для его реализации : пат. 2574168 Рос. Федерация : G01M 7/00 (2006.01)/ Сергиев Б.С. ; заявитель и патентообладатель ЗАО «ГИАП-ДИСТцентр». – № 2013126178/28; заявл. 07.06.2013; опубл. 20.12.2014, Бюл. № 35. – 11 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://patenton.ru/patent/RU2694851C1> (дата обращения: 09.05.2022).

45. Толстых, Д.С. Окружающая среда и современный мир Д.С. Толстых, С.К. Толстых // Вестник Сер. 4. 2007. № 5. С. 23–25. [Электронный

ресурс] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/okruzhayuschaya-sreda-i-sovremennyy-mir> (дата обращения: 15.04.2022).

46. Устройства и методы уменьшения загрязнения окружающей среды [Электронный ресурс] URL: https://www.polnaja-studme.org/264076/ekologiya/metody_umensheniya_zagryazneniya_okruzhayuschey_sredy (дата обращения: 16.04.2022).

47. Цыбаков А.Л, Пчеленок О.А. Безопасность жизнедеятельности: Учебно-методическое пособие / Орел: Издательство РАНХиГС, 2015. – 80 с.

48. Шувакин, А. Е. Ориентированный подход при осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на объектах газораспределения и газопотребления // Молодой ученый. – 2015. – № 22 (102). – С. 225-228. – URL: <https://moluch.ru/archive/102/23353/> (дата обращения: 14.05.2022).

49. Faveri F.M. Assessment of the efficiency of industrial safety of the petrochemical complex, May, 2014, p.89–91

50. Kalghatgi G. The danger of technological processes of production// Science and industry. – 2013. – № 52. – P.91–106.

51. Makoto O.B., Kiyohiro I.S. The optimization of Structures - Generalized Sensitivity Analysis– 2016. – № 11. – P. 31–39.

52. Sunavala P.O. Dynamics of the buoyant diffusion flame // Journal of the Institute of Fuel. – 2020. – № 11. – P. 31–39.

53. Sutfert H.K. Industrial accident risks // Journal of the Institute of Production. – 2022 – № 11. – P. 31–39.