

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)

Системы управления производственной, промышленной и экологической безопасностью
(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Осуществление постоянного надзора на опасных производственных объектах
I класса опасности. Практика. Рекомендации

Обучающийся

И.С. Горбенко

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

д.с.-х.н., доцент Н.В. Шелепина

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

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2024

Содержание

Введение.....	3
Термины и определения.....	7
Перечень сокращений и обозначений	8
1 Нормативная правовая база постоянного надзора на опасных производственных объектах	9
1.1 Нормативные требования при организации постоянного надзора на опасных производственных объектах.....	9
1.2 Нормативные требования при осуществлении постоянного надзора на опасных производственных объектах.....	15
2 Мониторинг результатов постоянного надзора на опасных производственных объектах	20
2.1 Структура организации постоянного надзора на опасных производственных объектах	20
2.2 Анализ результатов постоянного надзора на опасных производственных объектах	29
3 Методы и средства обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов I класса	40
3.1 Обеспечение безопасной эксплуатации опасных производственных объектов I класса	39
3.2 Анализ и оценка эффективности внедрения методов и средств обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов I класса	58
Заключение	63
Список используемых источников.....	72

Введение

Актуальность и научная значимость настоящего исследования заключается в том, что риск-ориентированный метод надзорной и контрольной деятельности является передовой практикой, направленной на повышение безопасности производства. Этот подход базируется на тщательном изучении состояния техники и измерении рисков аварии или инцидента на производстве, при этом учитывается степень возможного ущерба для здоровья людей и окружающей среды.

Внедрение цифровых инноваций в рамках этого подхода обеспечивает дополнительные преимущества, такие как уменьшение нагрузки на предпринимательские структуры и усиление эффективности производственного контроля на объектах повышенной опасности.

Объект исследования: опасные производственные объекты (далее – ОПО) I класса опасности ООО «Сервиснефтепродукт».

Предмет исследования: методы и средства обеспечения безопасной эксплуатации ОПО I класса опасности.

Цель исследования: совершенствование мер по повышению эффективности постоянного надзора на ОПО I класса опасности.

Гипотеза исследования состоит в том, что повышение эффективности постоянного надзора на ОПО I класса опасности возрастает, если:

- проанализирована нормативно-правовая база постоянного надзора на ОПО;
- проведен мониторинг результатов постоянного надзора на ОПО;
- разработан комплекс мероприятий, включающий конструктивные изменения в технических и организационных мерах по регулярному техническому обслуживанию оборудования в области безопасной эксплуатации ОПО I класса.

Для достижения поставленной цели исследования решаются следующие задачи:

- охарактеризовать нормативно-правовые требования к организации постоянного надзора на ОПО;
- предложить схему мониторинга и контроля результатов постоянного надзора на ОПО как инструмент повышения эффективности безопасной эксплуатации;
- разработать меры по повышению эффективности безопасной эксплуатации на ОПО I класса опасности предприятия нефтегазовой отрасли и оценить их эффективность.

Теоретико-методическую основу исследования составили работы зарубежных и отечественных исследователей, касающиеся надзорного дела в отношении ОПО.

Базовыми для настоящего исследования явились также: результаты аудита и план мероприятий по повышению производственной безопасности предприятия ООО «Сервиснефтепродукт».

Методы исследования: метод анализа использовался для оценки планов мероприятий в области производственной безопасности, применимых на предприятии ООО «Сервиснефтепродукт», на их полноту и достаточность, а также для анализа нормативно-правовых актов, метод сравнения применялся для оценки эффективности рекомендуемых мероприятий.

Опытно-экспериментальная база исследования: ОПО I класса опасности – резервуарный парк моторного топлива ООО «Сервиснефтепродукт».

Научная новизна исследования заключается в том, что в работе предложена комплексная методика оценки эффективности обеспечения безопасной эксплуатации ОПО 1 класса, позволяющая оценить количество аварий, инцидентов и нарушений на объекте; насколько эффективно сотрудники и системы безопасности справляются с ситуацией; степень соответствия системы безопасности действующим нормативам и стандартам; уровень подготовки и компетентности сотрудников; регулярность технического обслуживания и контроля за состоянием оборудования.

Теоретическая значимость исследования заключается в расширении

системы научных представлений о постоянном надзоре на ОПО, выявлении критериев, позволяющих судить об его эффективности/ неэффективности, обосновании структуры, форм и методов обеспечения безопасной эксплуатации ОПО I класса опасности.

Практическая значимость исследования заключается в возможности практического применения критериев эффективности постоянного надзора, а также представленного оборудования и программного обеспечения по уровням автоматизированной системы управления технологическими процессами резервуарного парка моторного топлива для обеспечения безопасной эксплуатации ОПО I класса.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:

- анализом структуры организации постоянного надзора на ОПО;
- изучением практических аспектов постоянного надзора на ОПО;
- оценкой статистических результатов постоянного надзора на ОПО.

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в проведении статистического анализа результатов постоянного надзора на ОПО, сравнении и разработке мер по оценке эффективности безопасной эксплуатации на ОПО I класса опасности, проведении анализа нормативных документов в области осуществления надзора на ОПО.

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования. Его результаты докладывались на следующих конференциях: Международной научно-практической конференции «Научный диалог: Актуальные вопросы теории и практики», 20.09.2024, г. Пенза.

На защиту выносятся:

- характеристика нормативно-правовых требований к организации постоянного надзора на ОПО, позволила определить, что классу ОПО соответствуют предприятия, в которых вероятен высочайший риск возникновения аварий, а также объекты по хранению химического оружия; объекты по ликвидации химического оружия и спецхимии;

шахты угольной промышленности; иные объекты ведения подземных горных работ. На объекты, классифицированные как особо опасные (класс I), распространяется постоянный государственный надзор;

- структура мониторинга контрольно-надзорных мероприятий на нефтегазовых производствах включает формирование критериев проведения контрольно-надзорных мероприятий (формирование законодательных требований, оценку рисков, истории аварийности, технического состояния оборудования, загруженности и интенсивности работы), принципы проведения контрольно-надзорных мероприятий (системность, профилактическую ориентацию, прозрачность, открытость, комплексность и участие работников) и подходы к реализации (обучение и подготовку персонала);
- обеспечение безопасной эксплуатации ОПО I класса на примере резервуарного парка моторного топлива ООО «Сервиснефтепродукт» посредством реализации таких ключевых мер как имеющиеся системы защиты и контроля, соблюдение регламентов, автоматизированные системы пожаротушения.

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, трех разделов, заключения, содержит 9 рисунков, 13 таблиц, список использованной литературы (31 источник). Основной текст работы изложен на 74 страницах.

Термины и определения

Обеспечение промышленной безопасности на опасных производственных объектах – охрана населения и окружающей среды от возможных последствий аварий.

Авария – разрушение оборудования или технических систем объекта, а также неконтролируемые эксплуатационные происшествия, такие как взрывы или выбросы опасных веществ. К инцидентам, в свою очередь, относят любые сбои или повреждения техники, отходы от регламентированного технологического порядка в процессе работы.

Документ, подтверждающий безопасность опасного производственного объекта – документ, включающий анализ рисков аварии и связанных угроз, а также требования для безопасной работы, технического обслуживания и при необходимости и ликвидации объекта.

Постоянный надзор – регулярный контроль за объектами с особыми производственными рисками, входит в функции территориальных органов государственной инспекции, которые выполняют плановые проверки согласно определенному графику.

Опасный производственный объект – широкий спектр предприятий и их составных частей, которые в силу своей деятельности представляют повышенные риски для здоровья и окружающей среды.

Перечень сокращений и обозначений

ВОЛС – волоконно-оптическая линия связи;

ГЗА – газозащитная аппаратура;

МФСБ – многофункциональная система безопасности;

ОПО – опасный производственный объект;

ПБ – промышленная безопасность;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

СУПБ – система управления промышленной безопасностью;

ТУ – технические устройства;

ТЭК – топливно-энергетический комплекс;

УО – устройства оповещения;

ФЗ – федеральный закон;

ЭПБТУ – экспертиза промышленной безопасности технических устройств;

АРМ – автоматизированное рабочее место;

SBGPS – система многофункциональная связи, наблюдения, оповещения и поиска людей, застигнутых аварией.

1 Нормативная правовая база постоянного надзора на опасных производственных объектах

1.1 Нормативные требования при организации постоянного надзора на опасных производственных объектах

Конституция Российской Федерации в своей статье 37 (часть 3) устанавливает обязательное условие для всех промышленных предприятий страны – создание безопасной и здоровой рабочей среды. Согласно этому положению, каждый работник вправе ожидать и требовать обеспечения условий труда, соответствующих установленным нормам безопасности и гигиены [5].

Основным нормативным правовым актом в области промышленной безопасности является Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [11]. Указанный федеральный закон определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации ОПО и направлен на предупреждение аварий на ОПО и обеспечение готовности эксплуатирующих опасные производственные объекты юридических лиц и индивидуальных предпринимателей к локализации и ликвидации последствий таких аварий.

Положения Федерального закона от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [11] распространяются на все организации независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, осуществляющие деятельность в области промышленной безопасности ОПО на территории Российской Федерации и на иных территориях, над которыми Российская Федерация осуществляет юрисдикцию в соответствии с законодательством Российской Федерации и нормами международного права.

Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной

безопасности опасных производственных объектов» [11] состоит из трех глав, содержащих 18 статей и 2 приложения.

Статья 2 указанного федерального закона вводит ключевое понятие нормативного регулирования в сфере промышленной безопасности – ОПО.

ОПО в соответствии с Федеральным законом от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [11] являются предприятия или их цехи, участки, площадки, а также иные производственные объекты, указанные в Приложении 1 к данному федеральному закону.

В соответствии с Приложением 1 рассматриваемого федерального закона [11] к категории ОПО относятся объекты, на которых:

- получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются в указанных в приложении 2 к Федеральному закону [11] количествах опасные вещества следующих видов:
- воспламеняющиеся вещества – газы, которые при нормальном давлении и в смеси с воздухом становятся воспламеняющимися и температура кипения которых при нормальном давлении составляет 20 °С или ниже;
- окисляющие вещества – вещества, поддерживающие горение, вызывающие воспламенение и (или) способствующие воспламенению других веществ в результате окислительно-восстановительной экзотермической реакции;
- горючие вещества – жидкости, газы, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления;
- взрывчатые вещества – вещества, которые при определенных видах внешнего воздействия способны на очень быстрое самораспространяющееся химическое превращение с выделением тепла и образованием газов;

- токсичные вещества – вещества, способные при воздействии на живые организмы приводить к их гибели и имеющие следующие характеристики: средняя смертельная доза при введении в желудок от 15 до 200 мг/кг включительно;
- средняя смертельная доза при нанесении на кожу от 50 до 400 мг/кг включительно;
- средняя смертельная концентрация в воздухе от 0,5 до 2 мг/л включительно;
- высокотоксичные вещества – вещества, способные при воздействии на живые организмы приводить к их гибели и имеющие следующие характеристики:
- средняя смертельная доза при введении в желудок не более 15 мг/кг;
- средняя смертельная доза при нанесении на кожу не более 50 мг/кг;
- средняя смертельная концентрация в воздухе не более 0,5 мг/л;
- вещества, представляющие опасность для окружающей среды, – вещества, характеризующиеся в водной среде следующими показателями острой токсичности:
- средняя смертельная доза при ингаляционном воздействии на рыбу в течение 96 ч не более 10 мг/л и другие.

«К опасным производственным объектам не относятся объекты электросетевого хозяйства» [6].

ОПО в зависимости от уровня потенциальной опасности аварий на них для жизненно важных интересов личности и общества подразделяются в соответствии с критериями, указанными в приложении 2 к Федеральному закону от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [11], на четыре класса опасности:

- I класс опасности – опасные производственные объекты чрезвычайно высокой опасности;
- II класс опасности – опасные производственные объекты высокой

опасности;

- III класс опасности – опасные производственные объекты средней опасности;
- IV класс опасности – опасные производственные объекты низкой опасности.

Необходимый объем мер по обеспечению безопасности и соответствующий уровень документации группируются в зависимости от степени риска на производственных объектах. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (№ 116-ФЗ) устанавливает конкретные требования, которые дифференцированы в зависимости от классификации объектов по опасности [11].

I классу ОПО соответствуют предприятия, в которых вероятен высочайший риск возникновения аварий, а также:

- объекты по хранению химического оружия;
- объекты по ликвидации химического оружия и спецхимии;
- шахты угольной промышленности;
- иные объекты ведения подземных горных работ.

На объекты, классифицированные как особо опасные (класс I), распространяется постоянный государственный надзор. Это требование зафиксировано в нормативных актах Российской Федерации, например, в Федеральном законе №248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации». Для обеспечения эффективного контроля за указанными объектами внедрена соответствующая процедура [12]:

- формирование списка объектов, попадающих под постоянный государственный контроль: Ростехнадзор разрабатывает и регулярно обновляет перечень соответствующих объектов на основе данных государственного реестра ОПО. Список окончательно утверждается руководителем соответствующего территориального органа Ростехнадзора;

- чтобы надзор за всеми ОПО оставался актуальным, данные государственного реестра регулярно обновляются в соответствии с изменениями;
- планирование надзорных мероприятий: разрабатывается и утверждается график, в котором определяются временные рамки для проведения проверочных действий на конкретных объектах, попадающих под постоянный контроль.

Эти меры способствуют детализированному контролю и надзору за объектами с высоким уровнем риска, что укрепляет безопасность на производстве и минимизирует возможность аварий и инцидентов.

Для формирования действенной системы государственного надзора и контроля следует предпринять ряд ключевых мер. В первую очередь, необходимо определить перечень объектов, которые подлежат мониторингу. Далее важно разработать регламент регулярного обновления этого перечня, чтобы он всегда соответствовал актуальной ситуации. Указанные инициативы должны быть закреплены в законодательстве и получить одобрение руководителя соответствующего местного подразделения Ростехнадзора.

«Приказ об утверждении плана проведения постоянного государственного надзора подписывается главой территориального подразделения Ростехнадзора или его уполномоченным заместителем» [9].

«Разработка «Карты риска объекта» осуществляется специальным уполномоченным сотрудником из территориального отделения Ростехнадзора в соответствии с установленным графиком контрольной деятельности. Для каждого конкретного объекта применяется унифицированный шаблон «Карты риска объекта», который затем подлежит утверждению у руководителя соответствующего подразделения того же территориального отделения Ростехнадзора» [14].

««Карта риска объекта» – это документ, включающий как визуальные, так и текстовые элементы. Визуальный компонент служит для наглядного отображения наиболее рискованных этапов производственных процессов,

которые требуют пристального внимания со стороны инспекторов Ростехнадзора. Текстовая часть содержит исчерпывающую информацию об угрозах, связанных с возможными авариями, признаках потенциальных проблем, состоянии оборудования, его сроке службы и результатах последней проверки, проведенной службой производственного контроля.

Процедура формирования надзорного дела регламентирована приказом Ростехнадзора №319 от 31.05.2012 и касается объектов, подлежащих постоянному надзору. Задача уполномоченных должностных лиц, назначенных решением руководства территориального управления Ростехнадзора, заключается в ведении этих дел, в том числе, с использованием автоматизированной информационной системы Ростехнадзора» [14].

Для каждого объекта разрабатываются индивидуальные маршрутные схемы на основе единой универсальной карты. Эти схемы формируются в соответствии с установленным графиком регулярного контроля и опираются на данные, представленные в карте рисков конкретного объекта.

«В маршрутные схемы теперь включены как блок-схема инспекции, так и детальное описание этапов её выполнения. Эти документы должны быть направлены на утверждение руководителю соответствующего подразделения» [8].

«Центральные управления Ростехнадзора, ответственные за федеральный надзор в области промышленной безопасности, занимаются разработкой стандартных «Карт риска объекта», «Маршрутных карт» и графиков постоянного государственного контроля, формируя единые критерии для мониторинга объектов» [10].

«Для актуализации этих документов территориальные органы Ростехнадзора передают сведения о созданных картах рисков, маршрутных картах и графиках постоянного государственного контроля в центральные органы Ростехнадзора. Центральные аппараты Ростехнадзора занимаются координацией и реализацией федерального надзора в сфере промышленной

безопасности» [5].

«Территориальные органы Ростехнадзора, осуществляющие постоянный государственный контроль, могут сотрудничать с организациями и индивидуальными предпринимателями, которые используют объекты повышенной опасности» [4].

Таким образом, первому классу ОПО соответствуют предприятия, в которых вероятен высочайший риск возникновения аварий, а также объекты по хранению химического оружия, объекты по ликвидации химического оружия и спецхимии, шахты угольной промышленности, иные объекты ведения подземных горных работ.

Структура организации постоянного надзора на ОПО содержит следующие последовательные этапы: определение перечня объектов, в отношении которых устанавливается режим постоянного государственного контроля, разработка и утверждение графика проведения надзорных действий в отношении ОПО, разработка «Карты риска объекта». Для каждого объекта разрабатываются индивидуальные маршрутные схемы на основе единой универсальной карты.

1.2 Нормативные требования при осуществлении постоянного надзора на опасных производственных объектах

Ростехнадзор осуществляет постоянный государственный надзор через свои территориальные органы.

Этот вид надзора предполагает, что уполномоченные сотрудники Ростехнадзора могут постоянно находиться на ОПО и проводить там проверки в соответствии с установленным графиком.

«Во время таких проверок инспекторы могут выполнять следующие действия:

- осматривать объект;
- опрашивать сотрудников;

- требовать письменные объяснения;
- запрашивать документы;
- проводить эксперименты» [1].

В процессе осуществления непрерывного надзора уполномоченными должностными лицами проводится тщательный анализ и оценка аспектов деятельности ОПО. Ключевые направления проверки включают:

- оценка технического состояния опасного производственного объекта, включая его здания, сооружения, помещения и инфраструктуру, что включает анализ цехов, участков и площадок, а также состояние технических устройств, инструментов и оборудования, предназначенных для эксплуатации;
- проверка работы систем и устройств контроля безопасности, установленных на небезопасном производственном объекте, с целью предотвращения и оперативного реагирования на чрезвычайные происшествия;
- анализ систем, отвечающих за выявление нештатных ситуаций, сигнализацию, связь и аварийную помощь, а также их соответствие требованиям и готовность к использованию в случае аварийных ситуаций;
- оценка мер, направленных на обеспечение безопасности объекта, включая контрольно-пропускной режим, без выхода за рамки полномочий охраны объектов, регулируемых Федеральным законом «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса». Анализ и проверка наличия и соответствия всей необходимой документации требованиям законодательства, что включает организационно-распорядительные, технические, разрешительные и учетные документы, обязательные для наличия на объекте;
- изучение результатов контроля и оценка степени выполнения требований в области промышленной безопасности;
- подтверждение факта соблюдения юридическим лицом или

индивидуальным предпринимателем установленных обязательных норм и правил;

- анализ планируемых мероприятий по обеспечению безопасности, своевременности и адекватности предпринимаемых действий в соответствии с нормативными требованиями;
- контроль работы комиссий, занимающихся расследованием причин происшествий на объектах;
- оценка знаний и подготовки сотрудников, включая проведение инструктажей и тренингов для обеспечения безопасных условий труда на объекте;
- анализ деятельности аттестационных комиссий специалистов в области промышленной безопасности на соответствие установленным стандартам;
- оценка внедрённых мер по предотвращению аварий и минимизации их последствий, а также проверка готовности к реагированию на экстренные ситуации;
- проверка корректности идентификации и классификации объекта в качестве опасного производственного;
- оценка эффективности функционирования системы управления промышленной безопасностью на объекте и её соответствие установленным нормам. Верификация готовности юридического лица или индивидуального предпринимателя оперативно реагировать и ликвидировать последствия аварии в соответствии с заранее разработанным планом действий.

«Подвергая всестороннему анализу вышеперечисленные аспекты, уполномоченные лица имеют возможность всесторонне оценить уровень безопасности ОПО, выявить уязвимые зоны и как можно более эффективно предотвращать потенциальные риски» [2].

В рамках постоянного государственного надзора проводится эксперимент, который заключается в моделировании аварийной ситуации на

ОПО. «Это делается с помощью учебной тревоги, чтобы проверить готовность юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, эксплуатирующих ОПО, к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии» [3]. Проверка осуществляется в соответствии с планом мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на ОПО.

Эксперимент проводится не чаще одного раза в год без остановки технологических процессов на ОПО.

Продолжительность проведения эксперимента не должна превышать одного рабочего дня.

Применение режима непрерывного госконтроля к ОПО не освобождает от необходимости проведения плановых и внеплановых проверок. «Юридические и физические лица, владеющие или управляющие такими объектами, подлежат контролю в рамках установленных процедур федерального надзора» [21].

«В связи с этим территориальные филиалы Ростехнадзора подготавливают и утверждают расписания инспекционных мероприятий. Указанные действия имеют целью гарантировать выполнение стандартов безопасности на специализированных производственных предприятиях, которые находятся под постоянным контролем государства.

Согласно федеральному закону №248-ФЗ, результаты всех надзорных мероприятий должны быть должным образом задокументированы и зафиксированы в установленном порядке Ростехнадзором» [10].

«Если в процессе надзорных процедур обнаруживаются нарушения мандатных требований, предпринимаются следующие шаги: нарушителям выдаются предписания об устранении выявленных проблем, за исполнением которых тщательно следит государственный контроль, и применяются дополнительные меры, предусмотренные российским законодательством для предотвращения подобных нарушений в будущем» [12].

В рамках постоянного государственного надзора происходит сотрудничество с другими контрольными и надзорными органами,

выполняющими различные виды госконтроля, что обеспечивает комплексный подход к безопасности объектов.

«При организации и координации постоянного государственного контроля (надзора) управления центрального аппарата Ростехнадзора, ответственные за федеральный государственный контроль (надзор) в области промышленной безопасности, выполняют следующие задачи:

- разработка и актуализация методических руководств по осуществлению постоянного государственного контроля (надзора) с учётом специфики различных видов контрольной (надзорной) деятельности;
- подготовка предложений по актуализации правил формирования и ведения надзорных дел, связанных с опасными производственными объектами, для обеспечения их безопасности и соответствия законодательству;
- создание типовых «Карт риска объекта», «Маршрутных карт» и графиков осуществления постоянного государственного надзора, которые учитывают особенности различных видов контрольной (надзорной) деятельности и позволяют эффективно контролировать состояние опасных производственных объектов» [9].

Вывод по разделу 1.

Таким образом, в разделе представлен аналитический обзор законодательства, определяющего процессы организации и реализации систематического государственного надзора за ОПО, в частности, за объектами, относящимися к I классу опасности.

Нормативные требования в отношении ОПО в достаточной мере регулируют организацию и осуществление надзора за счет обеспечения комплексного подхода к безопасности объектов и сотрудничества с другими контрольными и надзорными органами.

2 Мониторинг результатов постоянного надзора на опасных производственных объектах

2.1 Структура организации постоянного надзора на опасных производственных объектах

Для того чтобы наладить эффективную систему постоянного государственного контроля и надзора, необходимо пройти через несколько ключевых шагов. «Вначале требуется сформировать перечень объектов, которые будут подпадать под данный режим контроля. Далее следует установить процедуру регулярного обновления этого списка, чтобы он всегда оставался актуальным и соответствовал текущим условиям. Эти действия должны быть узаконены и одобрены руководителем соответствующего территориального отделения Ростехнадзора» [8].

Владельцы ОПО ставят своей главной задачей обеспечение безопасности труда и защиту здоровья своих работников от различных рисков. Кроме того, они стремятся минимизировать отрицательное воздействие производственной деятельности на природу. Для достижения этих амбициозных задач необходимо систематическое выполнение определенного комплекса мер.

Правила организации и осуществления постоянного надзора за соблюдением требований промышленной безопасности описаны в Федеральном законе от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» [11].

Согласно № 248-ФЗ, результаты всех надзорных мероприятий должны быть должным образом задокументированы и зафиксированы в установленном порядке Ростехнадзором [11].

«Если в процессе надзорных процедур обнаруживаются нарушения мандатных требований, предпринимаются следующие шаги: нарушителям выдаются предписания об устранении выявленных проблем, за исполнением

которых тщательно следит государственный контроль, и применяются дополнительные меры, предусмотренные российским законодательством для предотвращения подобных нарушений в будущем. В рамках постоянного государственного надзора происходит сотрудничество с другими контрольными и надзорными органами, выполняющими различные виды госконтроля» [7].

Структура организации постоянного надзора на ОПО содержит следующие последовательные этапы [11]:

- определение перечня объектов, в отношении которых устанавливается режим постоянного государственного контроля;
- разработка и утверждение графика проведения надзорных действий в отношении ОПО;
- разработка «Карты риска объекта» (рисунок 1).

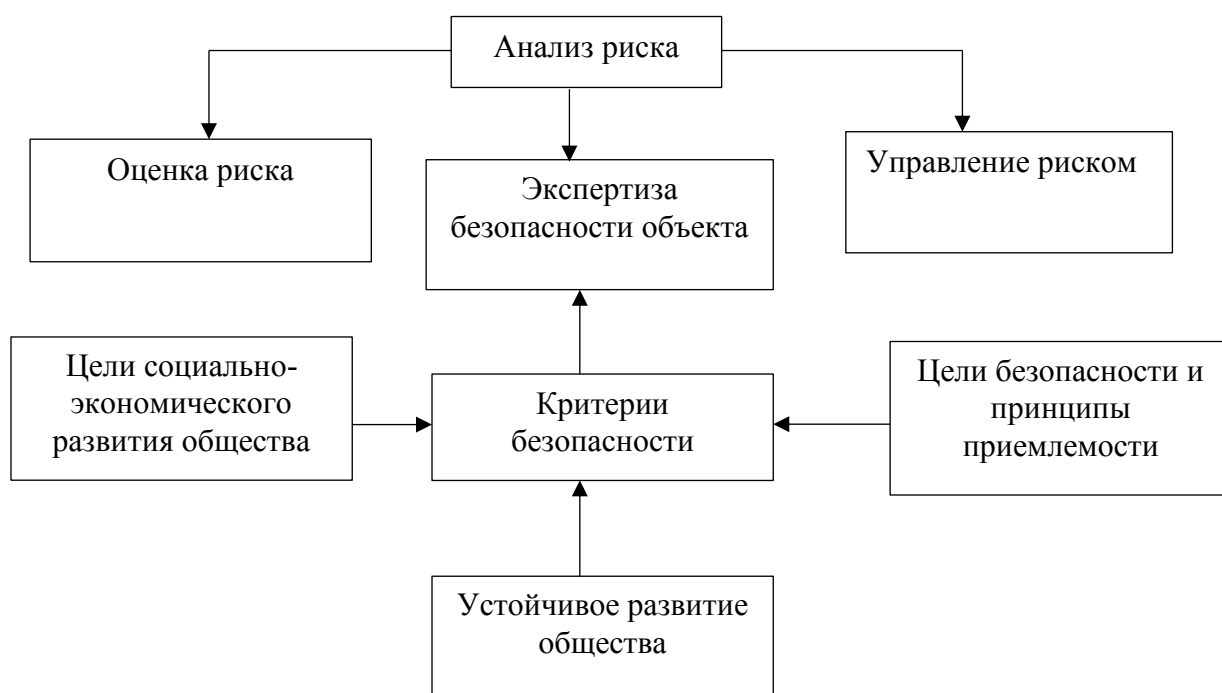


Рисунок 1 – Схема составления «Карты риска объекта»

Схема формирования надзорного дела представлена на рисунке 2.

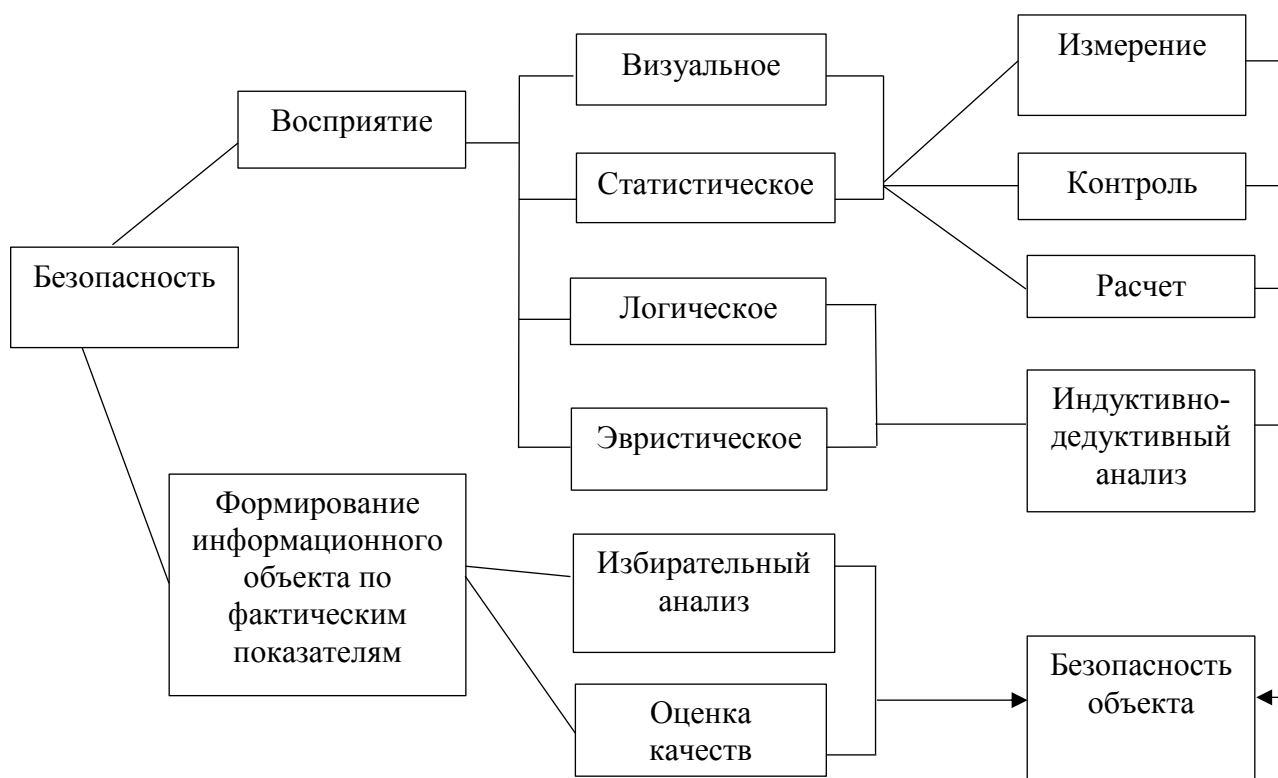


Рисунок 2 – Схема формирования надзорного дела

Для того, чтобы сделать работу надзорных органов более результативной, специалисты Ростехнадзора, который осуществляет надзор на объектах, представляющих повышенную опасность, активно анализируют информацию о происшествиях, несчастных случаях и выданных ранее предписаниях. На основе этих данных производится корректировка планов деятельности, чтобы повысить уровень безопасности на объектах.

Полученные данные, отображающие результаты анализа, передаются руководителям тех объектов, за которыми установлен контроль. Основой для такого анализа служит ежегодная проверка предыдущей работы надзорного органа, проводимая не позднее 25-го декабря каждого года. Затем итоговые отчеты, отражающие динамику и изменения, которые произошли за год, направляются в первом квартале следующего года не только руководителям контролируемых предприятий, но и собственникам объектов и управлению центрального аппарата Ростехнадзора.

Основная ответственность за проведение постоянного

государственного надзора лежит на начальниках структурных подразделений территориальных органов Ростехнадзора. Эти должностные лица руководят процессами на местах и предоставляют инспекторам, ведущим надзорную деятельность, необходимую методическую поддержку и практические советы.

Основным нормативным правовым актом в области промышленной безопасности является Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [10].

«Режим постоянного государственного контроля (надзора) предполагает, что специалисты Ростехнадзора имеют право и возможность непрерывного нахождения на производственных объектах организации. В рамках этого режима инспекторы выполняют плановые проверки и другие надзорные действия согласно установленному расписанию» [15].

«Минимизировать риск возникновения аварий на ОПО до величины, соответствующей сложившемуся на конкретном этапе научно-технического прогресса уровню развития техники, технологий и состоянию развития общества, возможно путем эффективного управления промышленной безопасностью этих объектов, которому, в свою очередь, способствует периодическая оценка уровня безопасности ОПО. Такая оценка дает возможность своевременно выявлять «слабые места» в обеспечении промышленной безопасности опасных объектов и проводить необходимые превентивные мероприятия, направленные на предупреждение аварий и несчастных случаев» [18].

Организация, эксплуатирующая ОПО по добыче нефти, обязана строго соблюдать все требования промышленной безопасности, установленные в нормативно-правовых документах. К основным нарушениям, выявляемым в данной сфере, относятся:

- неудовлетворительная организация и осуществление производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности при проведении работ по

техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования, зданий и сооружений, а также работ повышенной опасности;

- несвоевременное проведение экспертизы промышленной безопасности при ведении технологических процессов;
- отсутствие аттестации в области промышленной безопасности руководителей и специалистов;
- неудовлетворительное ведение и оформление эксплуатационной документации (после проведения ремонтов и испытаний оборудования).

Планирование контрольно-надзорных мероприятий осуществляется с учетом риск-ориентированного подхода в соответствии с классами опасности опасных производственных объектов.

«Организация и проведение мероприятий, направленных на профилактику нарушений требований промышленной безопасности на поднадзорных объектах, осуществляется посредством проведения вебинаров по промышленной безопасности, анализа технических и организационных причин аварии по материалам расследований и оформления чек-листов, привлечения для обмена опытом инспекторов территориальных управлений для участия в плановых выездных проверках проводимых центральным аппаратом Ростехнадзора, сбора и обобщения предложений и замечаний от территориальных управлений и поднадзорных предприятий нефтегазодобычи в рамках совершенствования нормативно-правового регулирования в установленной сфере деятельности, а также путем разработки, актуализации требований для опасных производственных объектов нефтегазодобычи и актуализации перечней нормативных правовых актов или их отдельных частей, содержащих обязательные требования, оценка соблюдения которых является предметом государственного контроля (надзора)» [15].

В организациях, эксплуатирующих ОПО I и II классов опасности, созданы системы управления промышленной безопасностью и обеспечиваются условия их функционирования.

«Службами производственного контроля и ответственными за осуществление производственного контроля организаций разработано 23 256 мероприятий, направленных на обеспечение промышленной безопасности опасных производственных объектов» [16].

«Наиболее характерными нарушениями в части организации и осуществления производственного контроля являются:

- нарушения сроков проведения проверок;
- отсутствие контроля за своевременным устранением выявленных нарушений;
- отсутствие контроля за своевременным проведением экспертизы промышленной безопасности технических устройств, зданий, сооружений» [4].

В связи с тем, что объектом наблюдения в магистерской диссертации является нефтегазовое предприятие (ООО «Сервиснефтепродукт»), обращаясь к современным технологиям и методам постоянного контроля на ОПО первой категории в нефтегазовом секторе, можно выделить несколько ключевых аспектов.

«Для минимизации рисков аварий на предприятиях нефтегазовой отрасли применяется комплексный подход, который заключается в интегративных решениях, направленных на оптимальное управление качеством строительства и безопасной эксплуатацией трубопроводов» [20].

«Следующие направления осуществления корпоративной программы, фокусирующейся на повышении эксплуатационной надежности в рамках внутреннего производственного контроля, включают:

- предварительное исследование, проектирование и анализ проектной документации с точки зрения обеспечения промышленной и экологической безопасности;

- входной контроль качества трубы и соединительных элементов с использованием как разрушительных, так и неразрушающих методов диагностики, а также оценка качества внутренних покрытий;
- обезвоживание продукции скважин на предварительных установках сброса воды;
- использование труб с антикоррозионным покрытием как снаружи, так и внутри;
- ингибиторная защита трубопроводных систем;
- мониторинг коррозионных процессов и диагностика промысловых трубопроводов;
- полное оборудование нефтепроводов системами запуска и приема средств очистки и диагностики;
- регулярное наземное и воздушное патрулирование и обследование трубопроводов;
- своевременное выполнение плановых и капитальных ремонтов эксплуатационных трубопроводов;
- осуществление гидравлических расчетов для систем эксплуатационных трубопроводов;
- мониторинг давления и контроля объемов передаваемых веществ;
- создание и ведение баз данных, компьютерное моделирование действующих трубопроводных систем для их оптимизации» [3].

Каждая технология и метод может быть проанализирован подробнее.

«Входной контроль трубной продукции. Надежность эксплуатационных трубопроводных систем критически важна на всех этапах их работы, начиная с контроля труб при поступлении на соответствие техническим требованиям» [21]. Этот контроль проходит каждая технологическая труба, используемая в нефтепроводах и газопроводах.

Для обеспечения экологической безопасности трубопроводов осуществляется входной контроль труб как разрушительными, так и

неразрушающими методами, что гарантирует высокий стандарт качества используемой трубной продукции. «В 2023 году 20,3 % от общего объема поставленных труб подверглись контролю методом разрушения, при этом несоответствий техническим требованиям не обнаружено» [5].

Мониторинг коррозии трубопроводов на месторождениях. «Контроль коррозионных процессов, подразумевающий систематическую проверку факторов, способствующих разрушению трубопроводов, позволяет с высокой точностью определять их техническое состояние» [19]. Основной причиной утраты герметичности трубопроводов остается коррозионный износ, вызванный агрессивными свойствами транспортируемых жидкостей. Среди прочих факторов, влияющих на коррозию, следует отметить параметры перекачки продукции из скважин, а также температуру и состояние металлической поверхности трубопровода.

В компании разработана и внедрена программа для выполнения внутритрубной диагностики напорных нефтепроводов с использованием современного оборудования. Новые трубопроводы оснащаются устройствами для запуска и приема средств очистки и диагностики, а также проходят предварительную диагностику перед введением в эксплуатацию. Мониторинг коррозии методом гравиметрии проводится в контрольных точках. Этот метод является эффективным инструментом для управления результатами антикоррозионных мероприятий и позволяет оперативно корректировать режим ингибирования. На основе собранных данных о состоянии трубопроводов организованы плановые и капитальные ремонты.

Защита от коррозии. Создание внутри компании системы управления целостностью трубопроводов привело к десятикратному снижению вероятности их неисправностей. Ингибиторы коррозии применяются в режиме непрерывного дозирования, предваряющегося ударной подачей. Система мониторинга процесса ингибирования гарантирует постоянное качество ингибиторов, обеспечивая их соответствие эталону на уровне 96–99 % и эффективность защиты в диапазоне 90–95 %.

В 2023 году для защиты промысловых трубопроводов было использовано свыше тысячи тонн ингибиторов. Дозировка ингибиторов осуществляется через специальные блоки, оборудованные автоматическими контроллерами, передающими рабочие параметры в автоматизированную систему управления технологическими процессами.

Контроль качества ингибиторов осуществляется с помощью инфракрасной спектрометрии. Все партии ингибиторов, поступившие в течение года, соответствуют установленным стандартам. Инициированные меры по управлению целостностью трубопроводов способствуют обеспечению экологической безопасности их эксплуатации.

Использование труб с внутренним антикоррозионным покрытием является важным шагом к минимизации экологических рисков. Убедительная необходимость применения в трубопроводных системах труб с защитным покрытием очевидна. Все проекты капитального строительства и ремонта нефтегазопроводов реализуются с учетом этого требования.

Обезвоживание нефти. Одним из действенных способов защиты от коррозии является транспортировка обезвоженной нефти. На площадках дожимных насосных станций предприятие применяет установки предварительного сброса воды, основанные на трехфазных сепараторах типа «Хитер-Тритер».

«Работа этого оборудования особенно важна в болотистых и обводненных зонах, характерных для области деятельности предприятия, где имеется множество водных потоков. Для района, где Компания осуществляет добычу нефти, характерен высокий уровень заболоченности: в разных участках этот показатель варьируется от 40 до 90 %» [10].

В настоящее время около 100 дожимных насосных станций оснащены установками для предварительного сброса воды. Основным технологическим оборудованием в процессе подготовки нефти являются аппараты «Хитер-Тритер».

2.2 Анализ результатов постоянного надзора на опасных производственных объектах

Режим постоянного государственного контроля (надзора) предполагает, что специалисты Ростехнадзора имеют право и возможность непрерывного нахождения на производственных объектах организации. В рамках этого режима инспекторы выполняют плановые проверки и другие надзорные действия согласно установленному расписанию. Такие меры предусмотрены статьей 73 федерального закона №248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации», а также четвертым разделом Постановления Правительства РФ №1082 «О федеральном государственном надзоре в области промышленной безопасности», что позволяет осуществлять тщательный и систематический контроль за деятельностью предприятий в целях обеспечения безопасных условий труда и минимизации рисков промышленных аварий [11, 13].

«Такому надзору подлежат организации и индивидуальные предприниматели, у которых есть опасные производственные объекты I класса опасности» [13].

Предприятие, рассматриваемое в работе, относится к сфере нефтегазовой отрасли.

«При эксплуатации ОПО всегда существует высокая вероятность возникновения серьезных аварий, а также несчастных случаев, в том числе со смертельным исходом» [9]. Причиной этому являются процессы взрыва и дальнейшие выбросы горячих и токсичных веществ, которые обычно выходят из-под контроля.

«По данным Ростехнадзора в нефтегазовой отрасли преобладают ОПО наивысших классов опасности 1-го и 2-го – 74 % от общего количества ОПО» [8] (рисунок 3).

По данным рисунка 3, в нефтегазовой отрасли 8 % объектов относятся к I классу опасности.

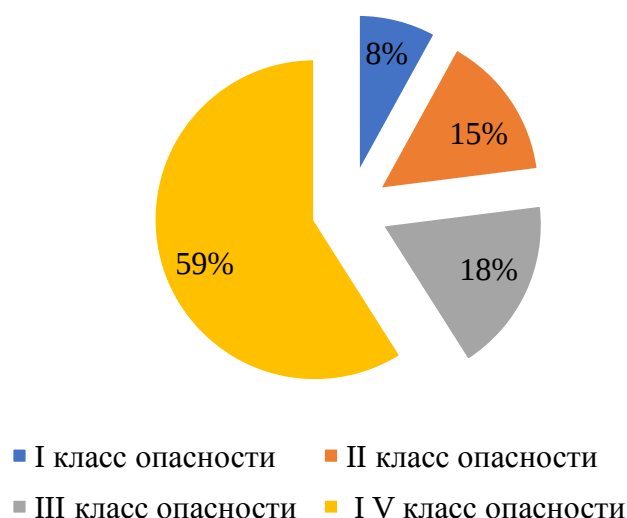


Рисунок 3 – Распределение опасных производственных объектов нефтегазовой отрасли по классам опасности

«По данным статистики чрезвычайных происшествий в этой сфере причины их возникновения на нефтегазовых объектах это:

- поврежденное техническое оборудование опасных производственных объектов;
- ошибки в организации производственного процесса;
- природные или стихийные бедствия;
- активность коррозионных процессов, влияющих на качественное состояние технических и технологических частей опасного производственного объекта;
- низкая квалификация персонала;
- низкое оснащение производства автоматическими системами, а также устройствами телемеханики» [5].

В нефтегазовой отрасли, в 2022 году в сравнении с 2021 годом количество контрольных (надзорных) мероприятий в рамках режима

постоянного государственного контроля (надзора) увеличилось на 18 %, а количество выявленных нарушений уменьшилось на 36 % (таблица 1).

Таблица 1 – Сведения о контрольных (надзорных) мероприятиях, проведенных в 2022 году на поднадзорных ОПО в нефтегазовой отрасли [5]

Показатель контрольной (надзорной) деятельности	2021 год	2022 год	Отклонение (+/-, %)
Общее количество контрольных (надзорных) мероприятий, приведенных на поднадзорных ОПО, в том числе	6002	6840	+13,9
Плановых проверок	194	110	- 43,3
внеплановых проверок	201	107	- 46,8
в рамках режима постоянного государственного контроля (надзора)	5603	6623	+ 18,2
Количество контрольных (надзорных) мероприятий, по результатам которых выявлены нарушения требований промышленной безопасности	5764	6672	+ 15,8
плановых проверок	167	93	- 44,3
внеплановых проверок	67	38	- 43,3
в рамках режима постоянного государственного контроля (надзора)	5530	6541	+ 18,3
Выявлено нарушений, в том числе:	48 321	28 686	- 40,6
при плановых проверках	7549	4668	- 65,4
при внеплановых проверках	1407	784	- 44,3
в рамках режима постоянного государственного контроля (надзора)	39 368	25 292	- 35,8
Общее количество административных наказаний, наложенных по итогам контрольных (надзорных) мероприятий, в том числе:	7549	4668	- 38,2
дисквалификаций	2	5	+150
административных приостановлений деятельности	517	433	- 16,2
предупреждений	9	193	+ в 21,4 раза
административных штрафов	7021	4037	- 42,5
Общая сумма наложенных административных штрафов, тыс. руб.	259 612	202 501	- 22,0

«Увеличение количества контрольных (надзорных) мероприятий в рамках постоянного надзора связано с тем, что контроль ранее выданных предписаний в 100 % случаев осуществлялся в рамках постоянного надзора.

В 2022 году количество плановых проверок уменьшилось на 43 %, при этом количество выявленных нарушений уменьшилось на 65 %. Количество внеплановых контрольных (надзорных) мероприятий сократилось на 47 %, при этом количество выявленных нарушений снизилось на 44 %» [5].

«В 2022 году отмечается увеличение проводимых профилактических мероприятий в виде выдачи предостережений на 95 %» [5].

«Надзорные органы, проводя контрольные (надзорные) мероприятия на нефтегазовых промыслах, могут получить следующую информацию:

- соблюдение норм безопасности: проверка выполнения правил охраны труда и промышленной безопасности, наличия средств индивидуальной защиты, правильности эксплуатации оборудования;
- экологическая безопасность: оценка воздействия отрасли на окружающую среду, контроль за выбросами угольной пыли, выбросами в воду и атмосферу, соблюдение норм по охране природных ресурсов;
- техническое состояние: инспекция состояния горных выработок, систем вентиляции, подземного оборудования и других технических сооружений;
- система управления охраной труда: анализ эффективности внедренной системы управления безопасностью, наличие инструктажей и обучения для работников;
- ведение документации: проверка журналов учёта рабочего времени, актов о происшествиях, документации по оперативной деятельности отрасли;
- инциденты и аварии: изучение причин происшествий, наличие и выполнение мероприятий по их предотвращению;
- технические и технологические процессы: оценка выполненных операций, качества добычи, соблюдение технологий бурения, взрывных работ и других процессов;
- социальные условия труда: проверка условий труда работников, включая соблюдение норм по часам работы и отдыха, медицинским осмотрам и социальной защите» [12].

«Эта информация важна для обеспечения безопасного и эффективного функционирования месторождений, защиты работников, окружающей среды и соблюдения законодательства» [14].

«Анализ результатов постоянного надзора на опасных производственных объектах, действительно приводит к формированию статистики по аварийности и причинам аварий» [17].

Систематический сбор данных: постоянный надзор включает регулярный мониторинг и оценку условий труда, техники безопасности и состояния оборудования. «Все выявленные инциденты, нарушения и аварии фиксируются, что позволяет собрать обширный массив данных:

- классификация инцидентов: в процессе анализа данные о происшествиях классифицируются по различным критериям, таким как тип аварии (например, обрушение, взрыв метана, аварии с техникой), время, место происшествия и причины. Это позволяет создать подробную картину аварийности;
- выявление причин: анализ также включает в себя исследование причин, приведших к авариям. Это может включать как человеческие факторы (ошибки персонала), так и технические (неисправности оборудования) или организационные (недостаточная подготовка, отсутствие надлежащего контроля);
- идентификация трендов и паттернов: систематизация данных ведет к выявлению трендов, таких как рост определенных типов аварий в определенных условиях или их зависимость от времени года, что позволяет предсказывать вероятные риски и предотвращать их;
- разработка мероприятий по предотвращению: на основе полученной статистики разрабатываются рекомендации и меры по улучшению безопасности, что также подтверждает значимость собранных данных для управления рисками и предотвращения будущих аварий» [7].

Таким образом, «результаты постоянного надзора тесным образом связаны со статистическими данными по аварийности» [18]. Здесь прослеживается так называемая обратная связь.

На нефтегазовых объектах можно рекомендовать применение схемы мониторинга постоянного надзора, как представлено на рисунке 4.

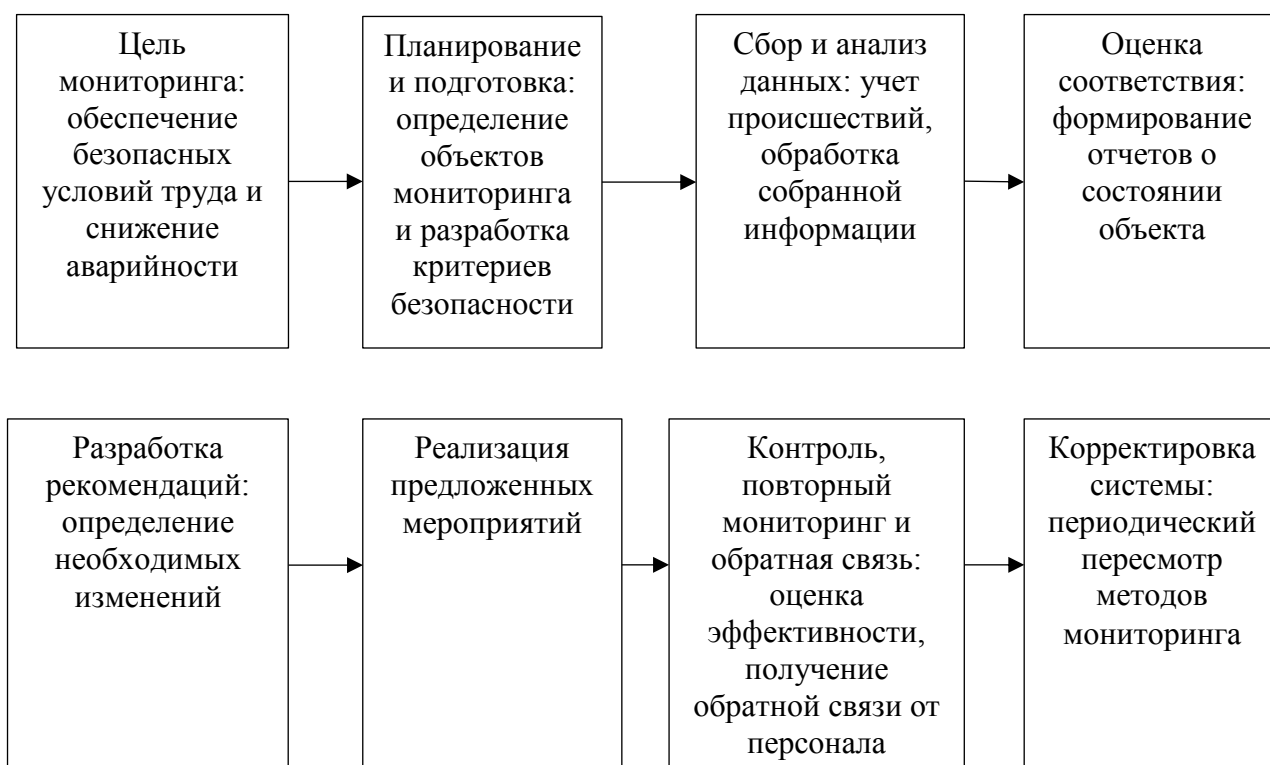


Рисунок 4 – Схема принципов мониторинга результатов постоянного надзора нефтегазовых предприятий

Схема мониторинга постоянного надзора на нефтегазовых промыслах не только служит важным инструментом для повышения безопасности на производстве, но и открывает новые горизонты для научных исследований. Она позволяет эффективно интегрировать практический опыт с теоретическими знаниями, что способствует созданию более безопасной и продуктивной рабочей среды.

«Главная цель мониторинга – создание безопасных условий труда» [2]. Систематическое проведение инспекций и оценок состояния объектов позволяет выявлять потенциально опасные ситуации на ранних стадиях и

предотвращать аварии. Это жизненно важно для сохранения здоровья и жизни работников.

Информация, полученная в ходе мониторинга, позволяет более эффективно управлять ресурсами и технологическими процессами. «Применение рекомендаций по улучшению оборудования и условий труда способствует повышению производительности и снижению затрат» [3].

Непрерывный мониторинг и корректировка системы на основе полученных данных требуют регулярного обучения работников. Это способствует повышению их квалификации, что, в свою очередь, уменьшает вероятность ошибок и инцидентов.

«При проведении контрольно-надзорных мероприятий на опасных производственных объектах важно руководствоваться четко определенными критериями и принципами» [6].

Эти факторы обеспечивают не только эффективность надзора, но и безопасность работников.

Ниже представлена разработанная схема, описывающая основные критерии и принципы.

«Аварийные ситуации, реализованные на ОПО являются в свою очередь основанием для проведения внеплановых проверок и контроля объектов. Ведение статистики аварий и происшествий на ОПО позволяет прогнозировать и определять режим проведения надзора за данными объектами, а также является основой для дальнейшего повышения безопасности на опасных производственных объектах» [1].

Схема критериев и принципов контрольно-надзорных мероприятий на нефтегазовых производствах представлена на рисунке 5.

Критерии проведения мероприятий выделяют следующие:

- законодательные требования: соответствие мероприятия действующим законам, нормативным актам и инструкциям по охране труда и промышленной безопасности.

- оценка рисков: учет уровня риска, связанного с конкретными производственными процессами или оборудованием.
- история аварийности: анализ данных о предыдущих инцидентах для выявления опасных трендов и областей, требующих повышенного контроля.
- техническое состояние оборудования: оценка состояния техники и технологий, включая их соответствие стандартам безопасности.
- загруженность и интенсивность работы: учет текущей нагрузки на производственные объекты и возможных факторов, способствующих возникновению аварий.



Рисунок 5 – Схема критериев и принципов контрольно-надзорных мероприятий на нефтегазовых производствах

Принципы проведения мероприятий:

- системность: проведение регулярных и плановых проверок с учетом

всех производственных процессов и рисков.

- профилактическая ориентация: основное внимание должно уделяться предотвращению аварий, а не реагированию на них.
- прозрачность и открытость: обеспечение доступности информации о результатах проверок для ответственных лиц и работников.
- комплексность: интеграция различных методов контроля, включая визуальные, инструментальные и лабораторные методы.
- участие работников: вовлечение рабочих и службы охраны труда в процесс мониторинга и выявления проблем, что способствует дальнейшему улучшению безопасности.

Подходы к реализации:

- документация и отчетность: ведение документации по всем проведенным мероприятиям, включая рекомендации и последующие действия.
- аварийные ситуации, реализованные на ОПО являются в свою очередь основанием для проведения внеплановых проверок и контроля объектов. Ведение статистики аварий и происшествий на ОПО позволяет прогнозировать и определять режим проведения надзора за данными объектами, а также является основой для дальнейшего повышения безопасности на опасных производственных объектах.

Вывод по разделу 2.

Таким образом, была описана и показана структура организации постоянного надзора на опасных производственных объектах. Также уделено внимание особенностям надзорного дела.

По данным анализа установлено, что в нефтегазовой отрасли преобладают ОПО наивысших классов опасности 1-го и 2-го – 74 % от общего количества ОПО. Надзор на предприятиях нефтегазовой сферы, к которым относится объект исследования, ведется достаточно эффективно за счет того, что органы надзора могут получать полную информацию о

соблюдении норм безопасности, экологической безопасности, технических и технологических процессах, инцидентах и авариях, социальных условиях труда и прочее.

Для нефтегазовых предприятий рекомендуется применение мониторинга контрольно-надзорных мероприятий, которое включает формирование критериев проведения контрольно-надзорных мероприятий (формирование законодательных требований, оценку рисков, истории аварийности, технического состояния оборудования, загруженности и интенсивности работы), принципы проведения контрольно-надзорных мероприятий (системность, профилактическую ориентацию, прозрачность, открытость, комплексность и участие работников) и подходы к реализации (обучение и подготовку персонала, формирование документации и отчетности и обратной связи).

Схема предоставляет комплексный подход к мониторингу состояния нефтегазовых предприятий и позволяет систематически работать над устранением угроз безопасности, что в конечном итоге способствует снижению аварийности и повышению безопасности труда.

3 Методы и средства обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов I класса

3.1 Обеспечение безопасной эксплуатации опасных производственных объектов I класса

Компания ООО «Сервиснефтепродукт», адрес: Ямало-Ненецкий а.о., г. Новый Уренгой, ул. Таежная, д. 181А зарегистрирована 10.10.2002. Организации присвоены ИНН 8904038852, ОГРН 1028900621815, КПП 890401001. Основным видом деятельности является торговля оптовая моторным топливом, включая авиационный бензин, всего зарегистрировано 16 видов деятельности по ОКВЭД.

Для обеспечения деятельности по торговле моторным топливом предприятие располагает производственной базой, включая опасные производственные объекты – резервуарный парк, который отвечает классификации I класса опасности, а именно [1]:

- воспламеняющиеся и горючие газы 2000 и более тонн;
- горючие жидкости, находящиеся на товарно-сырьевых складах и базах от 500 тысяч тонн.

Обеспечение безопасной эксплуатации ОПО резервуарного парка моторного топлива требует соблюдения целого ряда нормативных и технических требований, направленных на предотвращение аварий, утечек, пожаров и других инцидентов.

Далее необходимо проанализировать ключевые меры безопасной эксплуатации ОПО на данном предприятии.

Ключевые меры безопасности включают в себя следующие направления:

- в области эксплуатации: контроль за состоянием резервуаров, соблюдение регламентов загрузки и разгрузки; антикоррозионная защита; системы предотвращения разливов;

- в области пожарной безопасности: автоматизированные системы пожаротушения, противопожарные расстояния, план мероприятий по ликвидации пожара, контроль за искрообразованием;
- в области обучения персонала: повышение квалификации и регулярные тренировки;
- в области мониторинга окружающей среды: контроль загрязнений системы очистки.

Безопасность начинается на этапе проектирования. Каждый объект резервуарного парка моторного топлива ООО «Сервиснефтепродукт» спроектирован в соответствии с требованиями технических регламентов и норм, таких как Федеральный закон № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [5].

Например, резервуары для хранения топлива изготовлены из материалов, которые способны выдерживать агрессивное воздействие нефтепродуктов. В качестве примера можно привести резервуары из стали с антикоррозийным покрытием, которые используются в резервуарном парке. Также проект предусматривает обязательную установку систем мониторинга: датчики уровня топлива, которые предупреждают о переполнении, датчики температуры для предупреждения перегрева и системы сигнализации утечек.

После ввода резервуарного парка в эксплуатацию основное внимание уделяется регулярной проверке оборудования и соблюдению технологических норм. Например, в рамках плановых работ проводится ультразвуковое сканирование стенок резервуаров для выявления возможных дефектов и трещин. Обычные визуальные осмотры резервуаров также помогают вовремя обнаружить коррозию или деформацию. «Ошибки на этапе эксплуатации могут приводить к серьезным последствиям, таким как утечки моторного топлива» [2]. Это говорит о важности правильной загрузки и разгрузки топлива с соблюдением всех технологических процессов.

Одной из главных угроз для резервуаров является коррозия. Для предотвращения разрушений в резервуарном парке моторного топлива ООО

«Сервиснефтепродукт» используются специальные защитные покрытия на основе полимеров. Иногда применяется метод катодной защиты, когда на резервуар устанавливаются специальные аноды, которые корродируют вместо резервуара.

Еще один важный аспект безопасной эксплуатации резервуарного парка – это системы предотвращения разливов. «На объектах применяются системы вторичной защиты – обвалование вокруг резервуаров, которые могут удержать разлив топлива» [10].

В случае утечки нефти или топлива, как это было в 2020 году на нефтебазе в Норильске, окружающая среда может подвергнуться серьезному загрязнению, если не предусмотрены подобные меры защиты. Поэтому наличие резервуаров для сбора утечек и дренажных систем позволяет оперативно ликвидировать возможные последствия аварий.

Ключевым риском для резервуарного парка является опасность возгорания. Резервуарный парк ООО «Сервиснефтепродукт» оборудован автоматическими системами пожаротушения, пенными генераторами, которые могут быстро подавить огонь, исключив его распространение, а также автоматическими средствами обнаружения и сигнализации.

Для предотвращения распространения огня в резервуарном парке строго соблюдаются нормативные расстояния между резервуарами и другими объектами. Правильная подготовка сотрудников играет ключевую роль. В резервуарном парке моторного топлива ООО «Сервиснефтепродукт» регулярно проводятся тренировки, в которых персонал отрабатывает действия в аварийных ситуациях.

Например, в случае утечки топлива сотрудники должны уметь быстро запустить систему дренажа и перекрыть клапаны для предотвращения распространения топлива.

«Не менее важную роль в обеспечении безопасной эксплуатации ОПО играет постоянный контроль за техническим состоянием оборудования и соблюдением норм безопасности» [11]. Проводятся внутренние аудиты,

которые позволяют выявить возможные риски на ранней стадии, что дает возможность предотвратить их. Например, за последние три года регулярные проверки выявили коррозию в нескольких резервуарах, что позволило своевременно провести ремонтные работы и избежать более серьезных проблем. «Внешний надзор также играет важную роль – инспекции Ростехнадзора или других регулирующих органов часто помогают выявить нарушения, которые могут быть упущены внутренними службами предприятия» [5].

«Регулярный мониторинг позволяет вовремя заметить отклонения от нормы» [9].

«Комплексный подход к эксплуатации резервуарного парка с соблюдением всех норм и правил является ключом к предотвращению аварий и поддержанию высокого уровня промышленной безопасности на объекте I класса опасности» [8].

Оценка эффективности обеспечения безопасной эксплуатации ОПО требует использования различных подходов и показателей, которые позволяют оценить как соблюдение нормативных требований, так и практические результаты системы безопасности.

«Один из основных показателей эффективности – это количество аварий, инцидентов и нарушений на объекте за определенный период времени. Эффективная система безопасности должна минимизировать их количество» [7].

«Показатели аварий, инцидентов и нарушений на объектах ОПО I класса опасности ООО «Сервиснефтепродукт» представлены в таблице 2» [13].

Таблица 2 – Показатели аварий, инцидентов и нарушений на объектах ОПО I класса опасности ООО «Сервиснефтепродукт»

Наименование показателя	На 31.12.2023	На 31.12.2022	На 31.12.2021	Темпы роста, %, 2023/2021
Количество инцидентов, шт.	13	14	11	18,2

LTIF	2,8	2,8	4,2	-33,3
------	-----	-----	-----	-------

Аварий за рассматриваемый период по предприятию не было.

Количество инцидентов увеличилось с 11 единиц в 2021 году до 13 единиц в 2023 году, рост составил 18,2 %.

Показатель LTIF снизился на 33,3 %. В целом оценка показывает, что система обеспечения безопасности объектов ОПО не совершенна, имеет место рост числа инцидентов.

«Даже в случае возникновения инцидентов, важно оценить, насколько эффективно сотрудники и системы безопасности справляются с ситуацией» [6]. Для этого используют следующие критерии:

- скорость реагирования: время, за которое было устранено аварийная ситуация или инцидент. При этом важно сравнение с нормативным временем устранения;
- ущерб: оценка ущерба (выплата штрафов, неустоек, компенсаций).

Показатели устранения аварий, инцидентов и нарушений на объектах ОПО I класса опасности ООО «Сервиснефтепродукт» представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели устранения аварий, инцидентов и нарушений на объектах ОПО I класса опасности ООО «Сервиснефтепродукт»

Наименование показателя	На 31.12.2023	На 31.12.2022	На 31.12.2021	Темпы роста, %, 2023/2021
Скорость реагирования, % от нормативного времени реагирования	111,3	115,8	109,2	1,9
Ущерб, тыс. руб.	121,3	102,9	87,4	38,8

Скорость реагирования на инциденты не соответствует нормативным значениям (превышает нормативное время). При этом размеры ущерба увеличиваются. Это негативно характеризует систему предотвращения и обнаружения отклонений параметров работы ОПО от нормативных.

Эффективность системы безопасности также можно оценить по степени соответствия действующим нормативам и стандартам, таким как

Федеральный закон № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [5], правилам Ростехнадзора и другим обязательным требованиям.

К критериям оценки можно отнести:

- количество замечаний по результатам проверок и аудитов, в том числе количество значительных нарушений. Если по результатам проверок не выявляются значительные нарушения, это свидетельствует о высокой эффективности системы;
- доля устраненных нарушений и недостатков. Этот показатель должен стремиться к максимуму 100 %.

Показатели соответствия действующим нормативам на объектах ОПО I класса опасности ООО «Сервиснефтепродукт» представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели соответствия действующим нормативам на объектах ОПО I класса опасности ООО «Сервиснефтепродукт»

Наименование показателя	На 31.12.2023	На 31.12.2022	На 31.12.2021	Темпы роста, %, 2023/2021
Количество замечаний по результатам проверок и аудитов, шт	65	58	61	6,6
Количество значительных нарушений, шт	7	3	4	75,0
Доля устраненных нарушений и недостатков, %	59,2	50,8	52,3	13,2

Количество замечаний по результатам проверок и внутренних аудитов растет, в 2023 году рост составил 6,6 % по отношению к 2021 году, количество замечаний увеличилось до 65 единиц. Одновременно отмечается существенный рост значительных нарушений – на 66 % с 2021 года.

Положительной динамикой является увеличение доли устраненных нарушений и недостатков на 13,2 %. В целом оценка показывает, что система обеспечения безопасной эксплуатации ОПО имеет ряд нарушений, в том числе значительных, и требует совершенствования.

Эффективность обеспечения безопасности напрямую зависит от уровня подготовки и компетентности сотрудников. Для этого используют следующие критерии оценки:

- количество регулярных тренингов и учений. Регулярные учения, в ходе которых отрабатываются сценарии аварийных ситуаций, дают возможность оценить готовность персонала к экстренным ситуациям;
- доля работников, прошедших тренинги и учения (охват учениями персонала, %);
- число нарушений правил безопасности со стороны сотрудников: если работники часто нарушают правила безопасности, это может указывать на недостаточную эффективность системы подготовки.

Показатели уровня подготовки и компетентности сотрудников на объектах ОПО I класса опасности ООО «Сервиснефтепродукт» представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели уровня компетентности сотрудников на объектах ОПО I класса опасности ООО «Сервиснефтепродукт»

Наименование показателя	На 31.12.2023	На 31.12.2022	На 31.12.2021	Темпы роста, %, 2023/2021
Количество регулярных тренингов и учений, шт.	3	3	2	50,0
Доля работников, прошедших тренинги и учения, %	75,4	72,3	65,8	14,6
Число нарушений правил безопасности со стороны сотрудников, шт.	19	18	16	18,8

За анализируемый период были выявлены некоторые изменения, имеющие негативную тенденцию в своем развитии.

В 2023 году проведено три вида учений и тренировок, доля работников, прошедших тренинги и учения, увеличилась до 75,4 %. Однако работниками по-прежнему допускаются нарушения правил безопасности, количество нарушений за рассматриваемый период увеличилось на 18,8 %.

Полученные результаты свидетельствуют, во-первых, о недостаточных мерах повышения подготовки и компетенций работников в области обеспечения безопасной эксплуатации ОПО; во-вторых, о необходимости снижения человеческого фактора в производственных процессах на объектах повышенной опасности, которое достигается за счет современных систем автоматизации.

«Регулярное техническое обслуживание и контроль за состоянием оборудования играют ключевую роль в обеспечении безопасности» [27]. Важно не только проводить проверки, но и следить за их результатами. Для оценки эффективности рекомендуются следующие критерии:

- число внеплановых ремонтов, которое характеризует возможность безаварийной работы оборудования;
- технического состояния оборудования можно оценить через коэффициент изношенности – отношение суммы начисленного износа оборудования к стоимости этого оборудования на конец года.

Показатели технического обслуживания оборудования на объектах ОПО I класса опасности ООО «Сервиснефтепродукт» представлены в таблице 6.

Число внеплановых ремонтов за исследуемый период выросло на 25,8 %, износ фондов повысился на 7 %. Оценка показывает, что оборудование дает сбои, которые могут негативно отразиться на обеспечении безопасности эксплуатации ОПО.

Таблица 6 – Показатели технического обслуживания оборудования на объектах ОПО I класса опасности ООО «Сервиснефтепродукт»

Наименование показателя	На 31.12.2023	На 31.12.2022	На 31.12.2021	Темпы роста, %, 2023/2021
Число внеплановых ремонтов, шт.	39	36	31	25,8
Коэффициент изношенности, %	54,8	53,6	51,2	7,0

Сравнительный анализ используемой в ООО «Сервиснефтепродукт» и современных АСУ ТП для резервуарного парка моторного топлива демонстрирует значительные различия в функциональных возможностях, уровне безопасности, точности контроля и удобстве эксплуатации (рисунок 6).

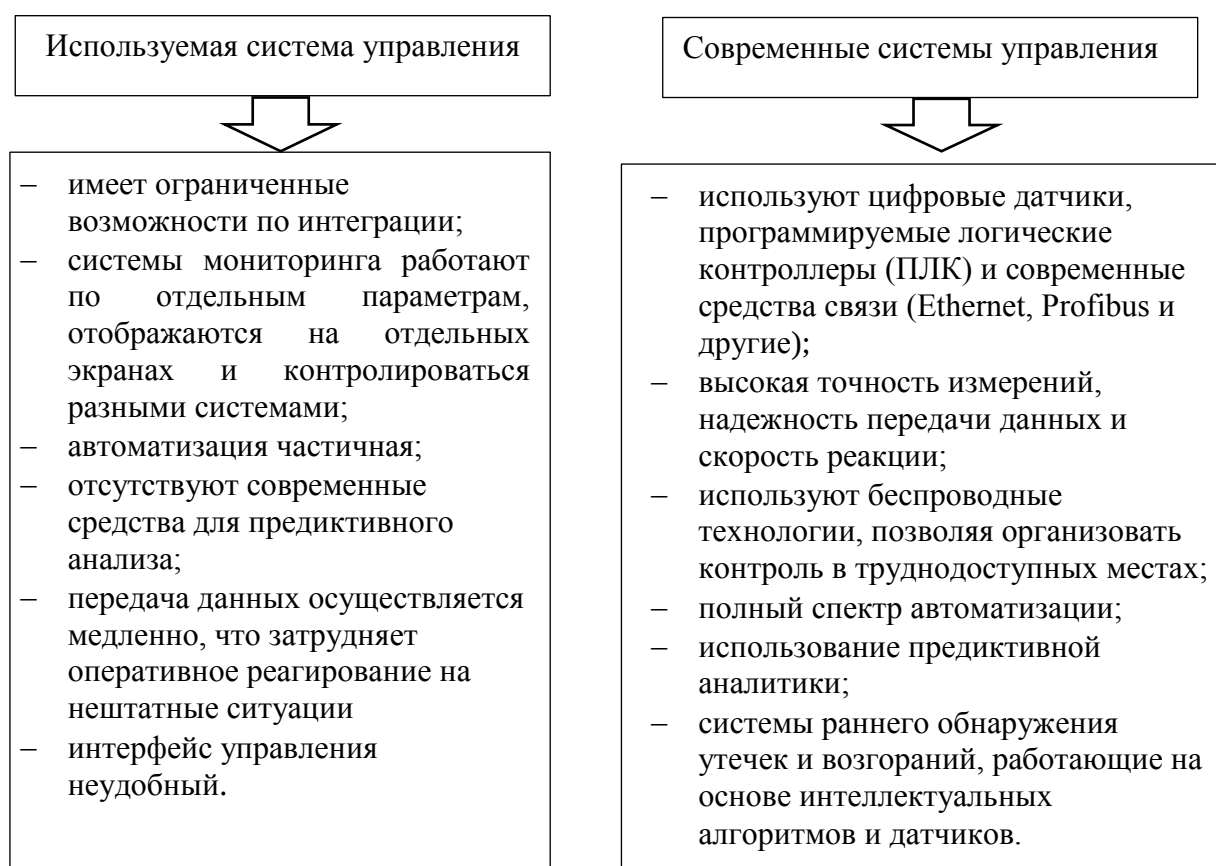


Рисунок 6 – Сравнительный анализ используемой в ООО «Сервиснефтепродукт» и современных АСУ ТП для резервуарного парка моторного топлива

Внедрение новых технологий также может служить показателем эффективности. Современные системы контроля за состоянием резервуаров и датчики утечек, подключенные к цифровым платформам, могут мгновенно реагировать на изменения в параметрах.

В настоящий момент в резервуарном парке моторного топлива ООО «Сервиснефтепродукт» используется устаревшая система управления технологическими процессами. Кроме того, отдельные модули контроля не

интегрированы друг с другом. Оператору приходится работать в нескольких системах одновременно. Это порождает ряд недостатков, выявленных в ходе вышеприведенного анализа и связанных с высоким человеческим фактором при эксплуатации ОПО.

АСУ ТП играют ключевую роль в управлении процессами хранения, перемещения и учета топлива, обеспечивая его безопасную и эффективную эксплуатацию.

Используемая в ООО «Сервиснефтепродукт» система управления технологическими процессами на объектах ОПО имеет ограниченные возможности по интеграции и автоматизации. Например, передача данных осуществляется медленно, что затрудняет оперативное реагирование на нештатные ситуации.

«Современные системы используют беспроводные технологии, позволяя организовать контроль в труднодоступных местах, где проведение кабельных линий затруднено или невозможно» [22].

В настоящий момент в ООО «Сервиснефтепродукт» автоматизация в системе управления является частичной. Например, управление задвижками, насосами или клапанами осуществляется вручную через диспетчерскую, а работа оборудования, например, насосных станций, требует постоянного присутствия оператора. Системы мониторинга работают по отдельным параметрам, и их интеграция является сложной. Например, информация о давлении, уровне топлива и температуре отображается на отдельных экранах и контролируется разными системами. Соответственно, из-за частичной автоматизации часто отсутствует возможность быстрого реагирования на нештатные ситуации, так как информация передается с задержками, а действия оператора необходимы для всех ключевых процессов.

Современные системы предлагают полный спектр автоматизации, включая управление технологическим оборудованием, контроль за состоянием резервуаров, системами пожаротушения и утечек топлива. Например, системы автоматически регулируют работу насосов, открытие и

закрытие задвижек, отслеживают давление и температуру в реальном времени и могут автоматически выключить оборудование при обнаружении неисправностей.

Интегрированные системы SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) позволяют оператору контролировать все процессы с единого интерфейса. Оператор может получить полную картину состояния объекта и, при необходимости, вмешаться, но система автоматически выполняет большинство задач.

На основе данных с датчиков современные АСУ ТП могут предсказывать потенциальные проблемы, такие как разгерметизация резервуаров или неисправности насосов, предупреждая аварии до их возникновения. Это так называемая предиктивная аналитика, которая сейчас отсутствует в системе управления ОПО ООО «Сервиснефтепродукт».

Система управления ООО «Сервиснефтепродукт» также подвержена проблемам с надежностью – например, датчики могут давать ложные сигналы при отказах оборудования. Примером может служить устаревшая система защиты, которая при сбое могла выдавать ошибочные команды на остановку оборудования или отключение насосов.

Современные системы включают встроенные средства диагностики и самопроверки, которые автоматически проверяют оборудование на исправность и могут блокировать работу неисправных узлов. Например, при выявлении утечки современные системы могут сразу активировать аварийные задвижки и начать перекачку топлива в резервные резервуары.

Еще одной важной инновацией современных АСУ ТП являются системы раннего обнаружения утечек и возгораний, работающие на основе интеллектуальных алгоритмов и датчиков, что повышает оперативность реагирования.

Проблемой эксплуатации системы управления ООО «Сервиснефтепродукт» является также неудобный интерфейс, требующий от оператора значительного уровня подготовки. Данные отображаются на

отдельных экранах, что усложняет получение целостной картины состояния объекта.

Современные системы предлагают интуитивно понятные графические интерфейсы, часто на базе технологий SCADA. Оператор может видеть на одном экране все ключевые параметры работы системы: уровень топлива, давление, температуру, состояние насосов и других устройств. Современные интерфейсы позволяют выполнять контроль и управление с мобильных устройств или удаленно через защищенные каналы связи. Это особенно полезно для крупных объектов, где контроль требуется 24/7.

Интеграция системы ООО «Сервиснефтепродукт» с другими системами (например, ERP-системой) ограничена. Данные с различных подсистем частично передаются вручную, что увеличивает риск ошибок.

Обеспечение безопасной эксплуатации резервуарного парка для хранения моторного топлива требует применения комплексного подхода, включающего использование различных методов и средств. Это позволяет предотвратить аварийные ситуации, минимизировать риски для персонала и окружающей среды, а также обеспечить надежную работу оборудования.

Методы и средства обеспечения безопасной эксплуатации ОПО I класса можно классифицировать по следующим группам:

- организационные меры направлены на разработку и реализацию процедур и регламентов, которые должны соблюдать сотрудники предприятия для обеспечения безопасности эксплуатации объекта;
- технические меры обеспечивают контроль, автоматизацию процессов, а также защиту от аварий и аварийных ситуаций на объекте;
- регулярное техническое обслуживание и инспекции для поддержания резервуарного парка в исправном состоянии.

Наиболее обширны технические меры обеспечения безопасной эксплуатации ОПО I класса. Сюда относят внедрение различных систем мониторинга и контроля, внедрение современных АСУ ТП, внедрение

современного оборудования, отвечающего высоким требованиям безопасности и экологичности.

Ниже приведены рекомендации по обеспечению безопасной эксплуатации ОПО 1 класса ООО «Сервиснефтепродукт»:

- организационные меры: разработка регламентов и инструкций на все операции на ОПО I класса; внеочередная аттестация всего персонала ОПО I класса по правилам безопасной эксплуатации и действиям в нештатных ситуациях;
- технические меры: внедрение автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП);
- меры по регулярному ТО оборудования: проведение внеплановой инспекции состояния оборудования; корректировка графика ППО с учетом результатов инспекции.

Для обеспечения безопасности эксплуатации ОПО 1 класса необходимо обеспечить соблюдение работниками предприятия всех процедур и регламентов по производственным процессам.

С этой целью необходимо обеспечить условия, при которых каждая операция на объекте должна быть четко регламентирована, включая правила работы с топливом, технического обслуживания резервуаров, проведения разгрузочно-погрузочных операций и так далее. В рамках этого процесса необходимо:

- провести ревизию всех регламентов и инструкций;
- определить процедуры, не обеспеченные регламентами, инструкциями;
- составить график разработки регламентов и инструкций процедур;
- разработать регламенты и инструкции по процедурам;
- обеспечить ознакомление сотрудников с регламентами и инструкциями;
- сформировать график тестирования работников;
- обеспечить прохождение работниками тестирования на знания

регламентов и инструкций.

Все сотрудники должны быть ознакомлены с этими регламентами и инструкциями и регулярно проходить тесты на знания регламентов.

«Ключевую роль в обеспечении безопасности играют квалификация и подготовка работников» [23]. Все операторы, инженеры и другие сотрудники должны проходить регулярное обучение по правилам безопасной эксплуатации и действиям в нештатных ситуациях. Учитывая растущее количество нарушений правил безопасности со стороны сотрудников, рекомендуется провести внеплановые проверки знаний всех сотрудников ОПО 1 класса.

В рамках технических мер предлагается внедрить современную автоматизированную систему управления технологическими процессами (АСУ ТП).

«Автоматизированная система управления предназначена для контроля и управления оборудованием резервуарных парков нефтепродуктов и эстакад слива-налива в железнодорожные цистерны и предназначена для оперативного контроля, учета хранения нефти и нефтепродуктов и управления технологическими процессами перекачки / хранения / отгрузки нефтепродуктов» [23].

«Целями внедрения АСУ ТП являются:

- безусловное обеспечение необходимого уровня безопасности и надежности функционирования резервуарного парка моторного топлива ООО «Сервиснефтепродукт» во всех режимах эксплуатации;
- снижение уровня трудоемкости технологических операций на объекте управления;
- повышение экологической безопасности ОПО 1 класса;
- обеспечение максимально комфортных условий труда эксплуатационного персонала и, как следствие, – минимизация субъективной составляющей ведения процесса» [24].

Основными функциями системы являются информационные, управляющие и вспомогательные функции (рисунок 7).

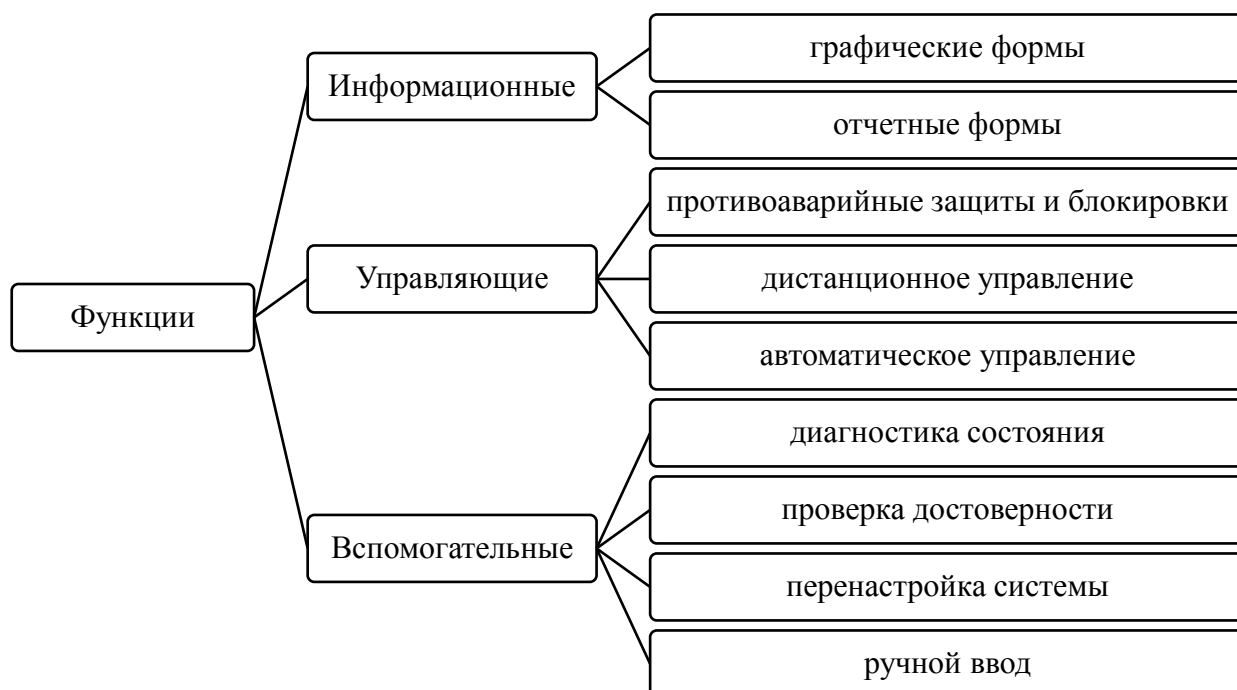


Рисунок 7 – Основные функции АСУ ТП резервуарного парка

«Информационные функции обеспечивают формирование экранных изображений и выходных форм информационно-вычислительных задач по запросам оператора или неоперативного персонала (администратора системы) и включают:

- сбор и обработку информации о состоянии технологических параметров;
- обнаружение, сигнализацию и регистрацию аварийных ситуаций;
- контроль доступа в основные помещения нефтебазы;
- ведение протокола событий;
- архивирование истории изменения параметров на жестком магнитном диске;
- формирование и выдачу оперативных и архивных данных персоналу» [25].

Управляющие функции обеспечивают дистанционное или автоматическое управление производственными процессами и включают:

- противоаварийные защиты и блокировки;
- дистанционное управление запорно-регулирующей арматурой (задвижки);
- дистанционное управление насосными агрегатами;
- управление процессом слива/налива нефтепродуктов: автоматическое открытие/закрытие задвижек с целью обеспечения требуемого маршрута слива/налива.

«Вспомогательные функции позволяют корректировать работу системы вручную, а также обеспечивают корректность работы системы:

- диагностика состояния программно-технических средств управления;
- проверка достоверности информационных сигналов;
- перенастройка системы (реконфигурация и параметрическая настройка программного обеспечения);
- ручной ввод (изменение установок и констант управления и обработки информации)» [25].

Доступ к функциональным возможностям системы предоставляется согласно установленным разграничениям уровней доступа.

Примерная структурная схема автоматизации резервуарного парка моторного топлива ООО «Сервиснефтепродукт» представлена на рисунке 8.

«Автоматизированная система управления имеет трехуровневую структуру и предназначена для круглосуточной работы в режиме реального времени. Уровни автоматизированной системы:

- нижний (полевой): датчики давления и температуры на технологических трубопроводах, сигнализаторы уровня в резервуарах, датчики измерительной системы резервуаров, датчики-газоанализаторы, посты-сигнализаторы, электрозадвижки, насосы, узлы налива нефтепродукта, датчики измерительной системы

резервуаров и так далее;

- средний уровень: система ПАЗ (противоаварийная защита) и РСУ (распределенная система управления), реализованные на современных надежных программируемых логических контроллерах (европейские контроллеры B&R, Австрия);
- верхний уровень: SCADA-система по выбору (импортного или отечественного производства) обеспечивает вывод данных на экранные формы, архивирование хода технологического процесса, журнал сообщений» [8].

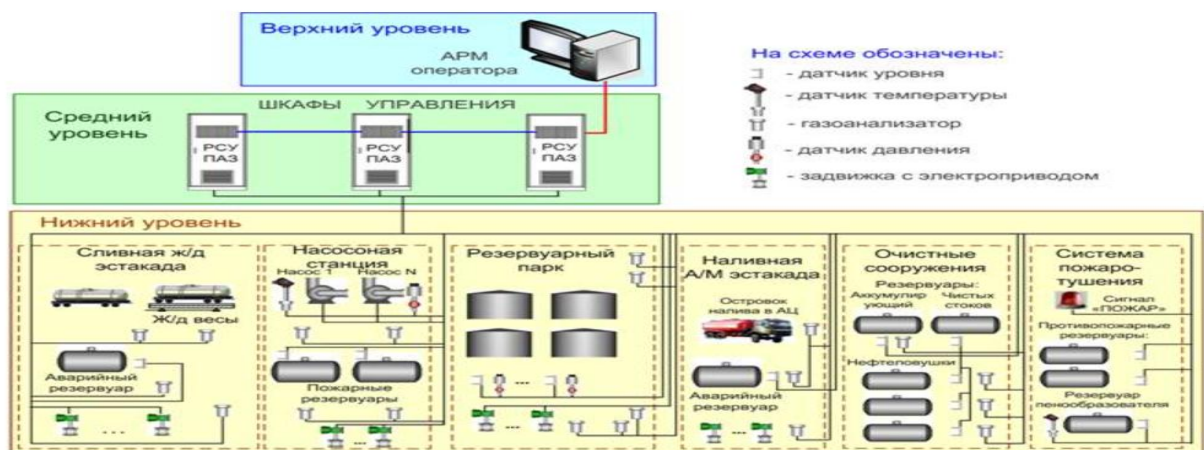


Рисунок 8 – Примерная структурная схема автоматизации резервуарного парка моторного топлива ООО «Сервиснефтепродукт»

«В качестве физического интерфейса передачи данных нижнего и среднего уровня используется RS-485, среднего и верхнего уровня Ethernet TCP/IP (возможно построение сети Ethernet по оптоволокну). Основные протоколы передачи данных Modbus RTU, Modbus TCP, OPC UA. Последний осуществляет связь с верхним уровнем – SCADA системой. Представленная автоматизированная система управления резервуарным парком решает все задачи, связанные с хранением, отпуском и приемом на хранение и учетом нефтепродуктов, а также интегрирована с измерительной системой на

резервуарах, с пожарной сигнализацией и системой контроля загазованности на всех технологических площадках» [29].

«АСУ ТП состоит из подсистем РСУ и ПА3, реализованных на программно-логических контроллерах В&R (Австрия). В качестве SCADA-системы верхнего уровня применена MasterSCADA (Россия). Связь между средним и верхним уровнем осуществляется по современному протоколу обмена OPC UA» [30].

«Для управления непрерывным технологическим процессом применяется распределенная система управления (РСУ), реализованная на контроллерах В&R серии X20. Семейство X20 ПЛК и ввода/вывода является наиболее востребованной в настоящее время не только в России, но и в мире. Модульная и компактная конструкция оборудования, поддержка горячей замены модулей, наличие интеллектуальных модулей для построения систем с распределенной логикой работы – данная продукция широко используется для построения распределенных систем управления» [31].

«Противоаварийная автоматическая защита (ПА3) реализована на контроллерах В&R уже разных серий. Основная задача ПА3 – перевод процесса в безопасное состояние, при возникновении каких-либо нештатных ситуаций в работе РСУ (выход технологических параметров за установленные границы, отказ оборудования и прочее) ПА3 предупреждает возникновение аварийных ситуаций и обеспечивает безопасную остановку и перевод процессов в безопасное состояние по заданной программе» [20].

«Помимо автоматизации объектов управления, предусмотрен обмен системы АСУ ТП (по интерфейсам TCP/IP, OPC UA) с системой измерительной контроля уровня и учета хранения нефтепродуктов на резервуарах, системой технологического и коммерческого учета отгружаемых нефтепродуктов, а также системами контроля загазованности и пожаротушения. В качестве измерительной системы резервуарного парка применяется сертифицированная на применение в системах коммерческого учета нефти и нефтепродуктов система «СТРУНА+», которая обеспечивает

высокоточные измерения уровня, температуры, плотности, давления, объёма и массы нефтепродуктов при приёме, отпуске, хранении и оперативном контроле. Система «СТРУНА+» включает в себя программное обеспечение «АРМ СТРУНА МВИ» [18].

Основные преимущества внедрения автоматизированной системы технологических процессов включают:

- уменьшение затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание оборудования резервуарного парка;
- сокращение числа инцидентов и нештатных ситуаций;
- сокращение времени на реагирование в случае возникновения инцидентов и нештатных ситуаций;
- защита оборудования и окружающей среды;
- повышение надёжности эксплуатации технологического оборудования резервуарного парка.

Для поддержания резервуарного парка в исправном состоянии необходимо проводить регулярные проверки и техническое обслуживание оборудования.

Система планово-предупредительное обслуживание (ППО): включает регулярные осмотры, очистку и ремонт резервуаров, насосов, трубопроводов и систем контроля. Например, периодическая чистка и проверка антикоррозионного покрытия резервуаров продлевает их срок службы и снижает вероятность утечек.

В связи с выявленными внеплановыми ремонтами для ООО «Сервиснефтепродукт» рекомендуется провести внеплановую инспекцию состояния оборудования:

- составить список оборудования для инспектирования;
- определить комиссию по инспектированию, закрепить приказом;
- составит график проведения инспекции и формирования отчета;
- провести расширенное совещание по результатам инспекции с формированием комплекса корректирующих мер;

- по результатам инспекции скорректировать график планово-предупредительного обслуживания.

Таким образом, используемая ООО «Сервиснефтепродукт» система управления технологическими процессами резервуарного парка устарела. Это порождает ряд недостатков, выявленных в ходе вышеприведенного анализа и связанных с высоким человеческим фактором при эксплуатации ОПО: растет количество инцидентов, а скорость реагирования и устранения превышает нормативные показатели; растет количество замечаний по результатам проверок и внутренних аудитов, в том числе значительных нарушений; не сокращается число нарушений правил безопасности со стороны сотрудников, что создает риск человеческого фактора при эксплуатации ОПО; увеличиваются сбои в работе оборудования.

Благодаря внедрению цифровых технологий, систем предиктивного анализа и возможностей удаленного контроля современные системы позволяют не только повысить производительность резервуарного парка, но и существенно улучшить его безопасность, предотвращая аварии и минимизируя риски для окружающей среды и персонала.

3.2 Анализ и оценка эффективности внедрения методов и средств обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов I класса

Ориентировочная оценка стоимости предложенных мероприятий определена на основе анализа реализации аналогичных мероприятий в прошлые периоды работы предприятия, открытой информации о проведении аналогичных мероприятий на других обществах отрасли, а также на основе технико-коммерческих предложений подрядных организаций по внедрению АСУ ТП, разработке нормативной документации, обучению персонала, проведению технических аудитов.

Оценка затрат на реализацию предложенных мероприятий приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Оценка затрат на реализацию предложенных мероприятий

Мероприятия	Ориентировочная стоимость, тыс. руб.
Разработка регламентов и инструкций на все операции на ОПО I класса	500
Внеочередная аттестация всего персонала ОПО I класса по правилам безопасной эксплуатации и действиям в нештатных ситуациях	275
Внедрение автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП)	1200
Проведение внеплановой инспекции состояния оборудования	350
Корректировка графика ППО с учетом результатов инспекции	0
Итого	2325

Ориентировочная стоимость предложенных мероприятий составит 2325 тыс. руб.

Реализация мер по обеспечению безопасной эксплуатации ОПО I класса резервуарного парка моторного топлива имеет ряд значительных положительных эффектов. Эти меры направлены на снижение рисков аварий, утечек, возгораний и других инцидентов, связанных с хранением и перемещением топлива, что повышает безопасность как для персонала, так и для окружающей среды.

«Сокращение числа аварий, поломок и простоев оборудования напрямую отражается на снижении расходов предприятия. Меньше аварий – меньше затрат на ремонт, восстановление и компенсации за ущерб» [26]. Также возрастает эффективность работы – меньше времени тратится на простои, ожидание ремонта или устранение последствий.

Смета затрат на проведение мероприятий представлена в таблице 8.

Самый заметный эффект – это снижение риска аварий. «Благодаря современным системам мониторинга и автоматизации, такие как датчики давления, температуры и уровня топлива, проблемы можно обнаружить на ранней стадии» [11]. Это позволяет предотвратить серьезные аварии, например, утечку топлива или взрыв из-за перегрева и помогает избежать огромных затрат на ликвидацию последствий и сохранить здоровье людей.

Таблица 8 – Смета расходов на проведение мероприятий

Мероприятия	Стоимость оборудования, ПО, тыс. руб.	Затраты на установку, тыс. руб.	Затраты на обучение, тыс. руб.	Затраты на услуги, тыс. руб.	Итого, тыс. руб.
Разработка регламентов и инструкций на все операции на ОПО I класса	–	–	–	500	500
Внеочередная аттестация всего персонала ОПО I класса по правилам безопасной эксплуатации и действиям в нештатных ситуациях	–	–	275	–	275
Внедрение автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП)	700	350	150	–	1200
Проведение внеплановой инспекции состояния оборудования	–	–	–	350	350
Корректировка графика ППО с учетом результатов инспекции	–	–	–	–	–
Итого	700	350	425	850	2325

Наиболее дорогостоящим мероприятием является внедрение автоматизированной системы управления технологическими процессами и составляет 1200 тыс. руб.

Возможный эффект от реализации предложенных мер по обеспечению безопасной эксплуатации ОПО I класса ООО «Сервиснефтепродукт» приведен на рисунке 9.

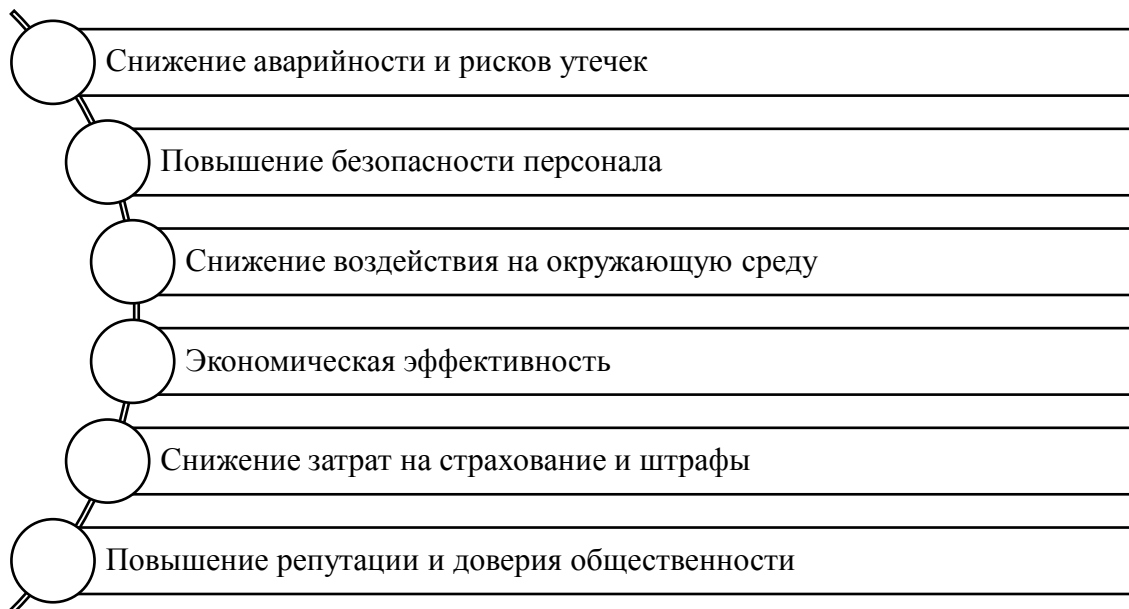


Рисунок 9 – Возможный эффект от реализации предложенных мер по обеспечению безопасной эксплуатации ОПО I класса ООО «Сервиснефтепродукт»

«Внедрение мер безопасности означает меньше рисков для людей. Когда оборудование управляется автоматически, человеческий фактор играет меньшую роль. Это означает, что работникам не приходится постоянно вмешиваться в потенциально опасные процессы, что снижает вероятность ошибок и травм» [28].

С внедрением эффективных мер безопасности предприятие может избежать штрафов за нарушения законодательства в области промышленной безопасности и экологии.

Кроме того, снижение рисков аварий ведет к снижению страховых выплат, так как страховые компании меньше опасаются аварий на безопасном объекте.

Структура ущерба от аварий на опасных производственных объектах,

как правило, включает:

- полные финансовые потери организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, на котором произошла авария;
- расходы на ликвидацию аварии;
- социально-экономические потери, связанные с травмированием и гибелью людей (как персонала организации, так и третьих лиц);
- вред, нанесенный окружающей природной среде;
- косвенный ущерб и потери государства от выбытия трудовых ресурсов.

При оценке ущерба от аварии на опасном производственном объекте за время расследования аварии (10 дней), как правило, подсчитываются те составляющие ущерба, для которых известны исходные данные. Окончательно ущерб от аварии рассчитывается после окончания сроков расследования аварии и получения всех необходимых данных. Составляющие ущерба могут быть рассчитаны независимо друг от друга.

Исходные данные для оценки ущерба от аварии на опасном производственном объекте представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Исходные данные для оценки ущерба от аварии на опасном производственном объекте

Наименование показателя	Условное обозначение	Единица измерения	Значения показателя
1	2	3	4
Остаточная стоимость уничтоженных основных фондов	S_{oi}	тыс. руб.	5024
Стоимость материальных ценностей, годных для дальнейшего использования	S_{mi}	тыс. руб.	3265
Утилизационная стоимость материальных ценностей	S_{yi}	тыс. руб.	753,6
Стоимость ремонта и восстановления поврежденных основных фондов	S_{pi}	тыс. руб.	1112
Ущерб, причиненный продукции предприятия	Π_{ti}	тыс. руб.	0
Ущерб, причиненный сырью и материалам	Π_{cj}	тыс. руб.	7005
Расходы, связанные с локализацией и ликвидацией последствий аварии	$\Pi_{л}$	тыс. руб.	800

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4
Расходы на расследование аварии	P_p	тыс. руб.	300
Расходы по выплате пособий на погребение погибших	$S_{\text{пог}}$	тыс. руб.	250
Расходы на выплату пособий в случае смерти кормильца	$S_{\text{п. к.}}$	тыс. руб.	360
Расходы на выплату пособий по временной нетрудоспособности	S_v	тыс. руб.	120
Заработная плата сотрудников предприятия	$V_{\text{з. п.}}$	руб./день	1050
Доля сотрудников, не использованных на работе	A	%	10
Условно-постоянные расходы	$V_{\text{у. п.}}$	руб./день	4125
Продолжительность простоя объекта	$T_{\text{пр}}$	дн.	15
Объем i -го вида продукции, недопроизведенный из-за аварии	ΔQ_i	тыс. тонн	0
Средняя оптовая стоимость единицы i -го недопроизведенного продукта на дату аварии	S_i	тыс. руб.	0
Средняя себестоимость единицы i -го недопроизведенного продукта на дату аварии	B_i	тыс. руб.	0
Ущерб от загрязнения атмосферы	$\mathcal{E}_a$	тыс. руб.	400
Ущерб от загрязнения водных ресурсов	$\mathcal{E}_v$	тыс. руб.	400
Ущерб от загрязнения почвы	$\mathcal{E}_п$	тыс. руб.	400
Текущие расходы на эксплуатацию сооружения, устройства оборудования	C	тыс. руб.	8900
Нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений	E_n	–	0,2
Инвестиции на реализацию мероприятий по обеспечению промышленной безопасности	K	тыс. руб.	1050,00

Спецификой предприятия является отсутствие продукции собственного производства, поэтому ущерб продукции отсутствует. Но в резервном парке храниться большой объем моторного топлива. Для оценки ущерба сырью и материалам (моторному топливу) автором предлагается использовать следующий авторский подход.

Оценка риска проводится с использованием двух критериев:

- оценка возможного ущерба при наступлении рисковогго события;
- оценка вероятности наступления рисковогго события.

Для оценки риска сформулированы сценарии:

- наступление рисковогго события с потерей 10 % моторного топлива;

- наступление рискового события с потерей 25% моторного топлива;
- наступление рискового события с потерей 50% моторного топлива.

Оценка риска из расчета реализации риска на одном из резервуаров парка приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Оценка риска последствий нештатной ситуации, аварии на одном из резервуаров парка

Показатель	Сценарии		
	потеря 10 % моторного топлива	потеря 25 % моторного топлива	потеря 50 % моторного топлива
Объем потерь моторного топлива, тонн	3000	7500	15000
Цена тонны, тыс. руб.	22,5	22,5	22,5
Ущерб от потери моторного топлива, тыс. руб.	67500	168750	337500
Штрафы при разливе нефтепродуктов, тыс. руб.	1500	5250	22500
Стоимость привлечения пожарных нарядов, тыс. руб.	1050	3750	11250
Итого материальный ущерб, тыс. руб.	70050	177750	371250
Вероятность наступления события, %	10	5	2,5
Оценка риска, тыс. руб.	7005	8888	9281

Для дальнейшей оценки принят минимальный ущерб из полученных, а именно 7005 тыс. руб.

Оценка ущерба от аварии на ОПО показана в таблице 11.

Таблица 11 – Сводная форма оценки ущерба от аварии на ОПО

Вид ущерба	Сумма, тыс. руб.
1	2
Прямой ущерб	10630
Потери предприятия в результате уничтожения основных фондов	2513
Потери предприятия в результате повреждения основных фондов	1112
Потери предприятия в результате уничтожения или повреждения аварией товарно-материальных ценностей (моторного топлива)	7005
Социально-экономические потери	730
Затраты, связанные с гибелью персонала	610
Затраты, связанные с травмированием персонала	120
Косвенный ущерб вследствие аварий	2474

Продолжение таблицы 11

1	2
Часть доходов, недополученных предприятием в результате простоя	2411
Зарплата и условно-постоянные расходы предприятия за время простоя	63
Недополученная прибыль в результате простоя	0
Экологический ущерб	1200
Затраты на локализацию или ликвидацию и расследование аварии	1100
Ущерб от аварии, всего	16134

Ущерб от аварии оценивается в 16134 тыс. руб.

Исходные данные для расчета эффективности на анализируемом объекте включают показатель «Ущерб от аварии» и «Затраты на проведение мероприятий». Необходимо сравнить базовый и проектный вариант. Исходные данные для расчета эффективности приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Исходные данные для расчета эффективности

Наименование показателя	Единицы измерения	Данные	
		базовый вариант	проектный вариант
Ущерб от аварии на ОПО	тыс. руб.	16134	–
Затраты на проведение мероприятий	тыс. руб.	–	2325

«Годовой экономический эффект от проведения мероприятий по обеспечению промышленной безопасности:

$$\mathcal{E} = \Pi_a - Z, \quad (1)$$

где Z – величина приведенных затрат на проведение мероприятий по обеспечению промышленной безопасности, руб.;

Π_a – ущерб от аварий на опасных производственных объектах, руб.» [12].

«Приведенные затраты:

$$З = C + E_n \times K, \quad (2)$$

где C – текущие расходы на эксплуатацию сооружения, устройства оборудования, руб.;

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений;

K – инвестиции на реализацию мероприятий по обеспечению промышленной безопасности, руб.» [12].

Общая (абсолютная) экономическая эффективность приведенных затрат:

$$\mathcal{E}_з = \mathcal{E} / З, \quad (3)$$

Общая (абсолютная) экономическая эффективность инвестиций на реализацию мероприятий по обеспечению промышленной безопасности:

$$\mathcal{E}_к = (\mathcal{E} - C) / K, \quad (4)$$

«Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий по обеспечению промышленной безопасности:

$$T_{ед} = З / \mathcal{E}. \quad (5)$$

где $T_{ед}$ – срок окупаемости приведенных затрат, год;

$З$ – величина приведенных затрат на проведение мероприятий по обеспечению промышленной безопасности, руб.;

$\mathcal{E}$ – годовой экономический эффект от проведения мероприятий по обеспечению промышленной безопасности, руб.» [12].

Эффективность мероприятий по предотвращению техногенных аварий показана в таблице 13.

Таблица 13 – Эффективность мероприятий по предотвращению техногенных аварий

Показатель эффективности	Сумма, тыс. руб.
Годовой экономический эффект от проведения мероприятий по обеспечению промышленной безопасности	14754
Приведенные затраты	1380
Общая (абсолютная) экономическая эффективность приведенных затрат	10,69
Общая (абсолютная) экономическая эффективность инвестиций на реализацию мероприятий по обеспечению промышленной безопасности	5,80
Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий по обеспечению промышленной безопасности	0,09

Годовой экономический эффект от реализации предложенных мероприятий составит 14754 тыс. руб. Общая экономическая эффективность затрат составит 10,69 тыс. руб. общая экономическая эффективность инвестиций на реализацию мероприятий составит 5,8 тыс. руб. Срок окупаемости затрат составит менее одного года в случае реализации риска нанесения ущерба от аварии на опасном производственном объекте.

Вывод по разделу 3.

В ходе анализа эффективности обеспечения безопасной эксплуатации ОПО 1 класса выявлено, что используемая ООО «Сервиснефтепродукт» система управления технологическими процессами резервуарного парка устарела. Это порождает ряд недостатков, связанных с высоким человеческим фактором при эксплуатации ОПО: растет количество инцидентов, а скорость реагирования и устранения превышает нормативные показатели; растет количество замечаний по результатам проверок и внутренних аудитов, в том числе значительных нарушений; не сокращается число нарушений правил безопасности со стороны сотрудников, что создает риск человеческого фактора при эксплуатации ОПО.

Проведенный анализ показал, что эффект от реализации мер по обеспечению безопасной эксплуатации резервуарного парка заключается в комплексном повышении уровня безопасности, снижении риска аварий, минимизации ущерба для экологии и персонала, а также в экономической выгоде для предприятия. Технические меры заключаются во внедрении АСУ ТП. Основные преимущества внедрения данной системы включают: уменьшение затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание оборудования резервуарного парка; сокращение числа инцидентов и нештатных ситуаций; сокращение времени на реагирование в случае возникновения инцидентов и нештатных ситуаций; защита оборудования и окружающей среды; повышение надежности эксплуатации технологического оборудования резервуарного парка. Внедрение современных технологий управления способствует оптимизации производственных процессов, улучшению условий труда персонала и снижению вероятности возникновения аварийных ситуаций. Таким образом, реализация данных мер не только повышает уровень промышленной безопасности, но и способствует устойчивому развитию предприятия.

Заключение

Магистерская диссертация посвящена проблемам осуществления непрерывного надзора на ОПО I класса опасности. Детально освещены практические вопросы и рекомендации к внедрению современных систем мониторинга промышленной безопасности.

Для минимизации рисков аварий на предприятиях нефтегазовой отрасли применяется комплексный подход, который заключается в интегративных решениях, направленных на оптимальное управление качеством строительства и безопасной эксплуатацией трубопроводов.

Схема мониторинга контрольно-надзорных мероприятий на нефтегазовых производствах включает формирование критериев проведения контрольно-надзорных мероприятий (формирование законодательных требований, оценку рисков, истории аварийности, технического состояния оборудования, загруженности и интенсивности работы), принципы проведения контрольно-надзорных мероприятий (системность, профилактическую ориентацию, прозрачность, открытость, комплексность и участие работников) и подходы к реализации (обучение и подготовку персонала, формирование документации и отчетности и обратной связи).

В работе проведен анализ обеспечения безопасной эксплуатации ОПО I класса на примере ООО «Сервиснефтепродукт», а именно резервуарного парка моторного топлива. Ключевыми мерами безопасной эксплуатации объекта выступают имеющиеся системы защиты и контроля, соблюдение регламентов, автоматизированные системы пожаротушения, обучение персонала проведение внутренних аудитов, мониторинг окружающей среды.

В ходе анализа эффективности обеспечения безопасной эксплуатации ОПО I класса выявлено, что используемая ООО «Сервиснефтепродукт» система управления технологическими процессами резервуарного парка устарела. Это порождает ряд недостатков, связанных с высоким человеческим фактором при эксплуатации ОПО: растет количество

инцидентов, а скорость реагирования и устранения превышает нормативные показатели; растёт количество замечаний по результатам проверок и внутренних аудитов, в том числе значительных нарушений; не сокращается число нарушений правил безопасности со стороны сотрудников, что создает риск человеческого фактора при эксплуатации ОПО; увеличиваются сбои в работе оборудования.

В качестве рекомендаций по обеспечению безопасной эксплуатации ОПО I класса ООО «Сервиснефтепродукт» предложены следующие меры: организационные – разработка регламентов и инструкций на все операции на ОПО I класса, внеочередная аттестация всего персонала ОПО I класса по правилам безопасной эксплуатации и действиям в нештатных ситуациях; технические – внедрение АСУ ТП; меры по регулярному ТО оборудования – проведение внеплановой инспекции состояния оборудования, корректировку графика ППО с учетом результатов инспекции.

Затраты на реализацию предложенных мер оценены ориентировочно в 2325 тыс. руб.

Эффект от реализации мер по обеспечению безопасной эксплуатации резервуарного парка заключается в комплексном повышении уровня безопасности, снижении риска аварий, минимизации ущерба для экологии и персонала, а также в экономической выгоде для предприятия.

При наступлении любого из сценариев ущерб от рискового случая кратно превышает инвестиции в мероприятия по обеспечению безопасной эксплуатации ОПО I класса.

На основании проведенных исследований сделан вывод о высокой эффективности предложенных мер и необходимости их реализации на практике.

Список используемых источников

1. Горбенко И. С. Анализ распределения объектов разных отраслей, относящихся к I классу опасностей // Научный диалог: Актуальные вопросы теории и практики: сборник статей Международной научно-практической конференции. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2024. С. 44-46.
2. Дмитренко В. П. Техносферная безопасность: введение в направление образования : учеб. пособие. Москва : ИНФРА-М, 2020. 34 с.
3. Есипов Ю. В. Модели и показатели техносферной безопасности : монография. Москва: ИНФРА-М, 2020. 154 с.
4. Зинченко А. В., Велижанин О. А., Фаттахов А. М. Мониторинг процесса проведения экспертиз промышленной безопасности // Экспертиза промышленной безопасности и диагностика опасных производственных объектов. 2020. № 6. С.12-13.
5. Конституция Российской Федерации: [принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020]. URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/00012_02007040001 (дата обращения: 01.10.2024).
6. Кукин П. П. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. М.: Высшая школа, 2019. 319 с.
7. Куц А. В., Фирсев В. С., Малакова В. Е. Формирование уровня техносферной безопасности в условиях внедрения инноваций // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. 2022. № 1. С.177-195.
8. Малышев Б., Ковенев К., Алексейчук Р. Мониторинг чрезвычайных ситуаций как оперативная составляющая обеспечения промышленной безопасности // ТехНадзор. 2015. № 10(107). С. 241-243.
9. Мясичев Ю. В., Сергеева А. Ю., Сергеев Ю. Д., Мясичев Р. Ю.

Разработка модели мониторинга промышленной и экологической безопасности по объективной оценке состояния нагрузок и несущей способности конструкций // Строительство и недвижимость. 2018. № 1-1(2). С. 63-67.

10. О государственной программе Российской Федерации «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах: Постановление Правительства РФ № 300 от 15.04.2014 [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70644060/> (дата обращения 20.08.2024).

11. О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации: Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ // СЗ РФ. 2020. №2. С.22-28.

12. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон от 08.08.2024 № 116-ФЗ // СЗ РФ. 2024. №12. С.23-30.

13. О федеральном государственном надзоре в области промышленной безопасности: Постановление Правительства РФ от 30.06. 2021 № 1082 // СЗ РФ. 2023. №10. С.20-29.

14. Протокол от 25.02.2014 № 1 заседания Правительственной комиссии по вопросам развития ТЭК, воспроизводства минерально-сырьевой базы и повышения энергетической эффективности экономики [Электронный ресурс]. URL: https://minenergo.gov.ru/upload/iblock/e02/p0d7wpwfgpe5hrv70gvjd2w21gz3oma2/2016_07_05_Korrektirovka_generalnyh_shem_razvitiya_neftyanoy_i_gazovoy_otrasley_na_period_do_2035_goda.pdf?ysclid=m2a58yd1a8354541011 (дата обращения: 02.09.2024).

15. Рахимова Н. Н. Безопасность нефтяной и газовой промышленности: учебное пособие. Оренбург : ОГУ, 2019. 280 с.

16. Резчиков Е. А. Безопасность производственных систем. М.: МГИУ, 2022. 156 с.

17. Савельев И. В. Производственная безопасность: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2021. 432 с.
18. Сапаев М. Задача мониторинга технологической безопасности промышленных объектов в условиях неопределенности исходной информации // Высшая школа. 2022. № 4. С.88-89.
19. Саттарова Г. С. Информационная система мониторинга промышленной безопасности на опасных производственных объектах // Автоматика. Информатика. 2023. № 1(38). С.23-28.
20. Стариков А. В., Хлесткова У. А. Организационные мероприятия по обеспечению требований охраны труда и промышленной безопасности на предприятии // Наука, техника, образование. 2017. № 3. С. 76-79.
21. Суханов А. В. Универсальная цифровая платформа для построения самоорганизующихся беспроводных сенсорных сетей для систем промышленной безопасности и экологического мониторинга // Микроэлектроника. 2016. Т. 45, № 2. С. 144-148.
22. Суханов А. В., Звягин И. А., Иванов А. В., Баранов С. А. Разработка отечественного цифрового датчика взрывоопасных газов для систем мониторинга промышленной безопасности // Актуальные вопросы науки и техники. Самара: Инновационный центр развития образования и науки, 2019. С.27-30.
23. Тарасова И. А. Разработка системы контроля и мониторинга состояния охраны труда и промышленной безопасности на угледобывающих предприятиях // Информатика и кибернетика. 2017. № 3(9). С. 119-127.
24. Трушкова Е. А. Оценка промышленной безопасности и защиты технологического оборудования. Ростов н/Д: Изд-во ДГТУ, 2019. 83 с.
25. Bragatto P. Eight Years of Collaborative Research on Industrial Safety within SAFERA Partnership // Safety. 2021. №9. P. 13-19.
26. Detmer W. Goldratt's Theory of Constraints. Systematic approach to continuous improvement / Detmer William. M.: «Alpina Publisher», 2019. 200 p.
27. HSE (Health and Safety Executive). Reducing Risks, Protecting People:

HSE's Decision-making Process. London: Business and service, 2018. 122 p.

28. HSE (Health and Safety Executive). Policy and Guidance on Reducing Risks as Low as Reasonably practicable in Design. London: Health and Safety Executive, 2018. 122 p.

29. Jahangiri M. Feasibility Study of Implementing Process Safety Management (PSM) Requirements in an Iranian Petrochemical Company // Hygiene: International Journal of Occupational. 2020. Vol. 5. P. 68-74.

30. Torrington D. Human resource management; lane from English. 5th ed. M.: Business and service, 2018. 203 p.

31. Tokumura M. Optimization of method for extracting 46 volatile organic compounds (VOCs) from an activated carbon–silica gel active sampler to evaluate indoor work environments // Safety. 2021. № 9. P. 17-22.