

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)

Управление промышленной безопасностью, охраной труда и окружающей
среды в нефтегазовом и химическом комплексах

(направленность(профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему «Совершенствование системы управления промышленной
безопасностью на опасном производственном объекте на основе оценки
техногенных рисков»

Обучающийся

Д.В. Овчинников

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

к. т. н., профессор, Н.Г. Яговкин

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

Тольятти 2025

Содержание

Введение.....	4
Термины и определения	10
Перечень сокращений и обозначений.....	12
1 Анализ системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте.....	13
1.1 Нормативно-правовое обеспечение функционирования системы управления промышленной безопасностью.....	13
1.2 Принципы функционирования системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте	19
2 Совершенствование методов функционирования системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте.....	28
2.1 Оценка рисков на опасном производственном объекте.....	28
2.2 Способы реализации мер по повышению эффективности системы управления промышленной безопасностью на основе оценки техногенных рисков.....	40
3 Опытно-экспериментальная апробация предложенных решений на опасном производственном объекте.....	47
3.1 Реализация мер по совершенствованию системы управления промышленной безопасностью	47
3.2 Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации	55
Заключение	68
Список используемой литературы и используемых источников.....	76
Приложение А Эксплуатационный паспорт газопровода	83

Приложение Б Оценочный лист ОПО при эксплуатации газопровода.....	86
Приложение В Исходные данные для расчета показателей эффективности мероприятий по предотвращению техногенных аварий.....	88

Введение

В эпоху технологического прогресса важнейшей целью каждого государства становится обеспечение социально-экономического развития. Ключевыми факторами достижения этой цели выступают наращивание производственных мощностей, модернизация технологических процессов и индустриальное развитие страны.

Однако активное внедрение новых технологий сопровождается появлением дополнительных угроз. Статистика последних лет демонстрирует увеличение количества промышленных катастроф техногенного характера. Это обстоятельство требует существенной модернизации подходов к организации безопасности. Эффективное управление рисками, связанными с техногенными угрозами, становится необходимым условием для успешной адаптации к постоянно меняющимся условиям современного производства.

В последние годы в мире наблюдается рост числа техногенных аварий на промышленных объектах, что подчеркивает необходимость совершенствования систем управления безопасностью. Развитие технологий неизбежно влечет за собой новые риски. Поэтому совершенствование системы управления безопасностью с акцентом на оценку техногенных рисков позволяет своевременно адаптироваться к изменениям.

Законодатель осознает масштаб проблемы и совершенствует законодательство в области промышленной безопасности, делая его всё более строгим.

Необходимо отметить фундаментальную взаимосвязь между уровнем промышленной безопасности и экономической эффективностью производства. Создавая надежную систему управления безопасностью, предприятие не просто минимизирует потенциальные угрозы – оно инвестирует в собственное развитие и стабильность. Существует прямая зависимость: чем выше культура безопасности на производстве, тем более

предсказуемым и результативным становится производственный процесс. Это закономерно приводит к повышению производительности труда и общей эффективности работы предприятия. Таким образом, инвестиции в промышленную безопасность – это не просто выполнение нормативных требований, а стратегически важное решение, напрямую влияющее на конкурентоспособность и прибыльность бизнеса.

Анализ представленных выше обстоятельств наглядно демонстрирует значимость и своевременность проведения данного исследования. Каждый из рассмотренных аспектов вносит весомый вклад в понимание важности изучаемой проблематики, что делает её особенно релевантной в современных условиях. Многогранность затронутых вопросов и их практическая значимость создают прочную основу для дальнейшего детального изучения рассматриваемой темы.

Объект исследования: система управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте.

Предмет исследования: процесс оценки рисков на опасном производственном объекте и совершенствование системы управления промышленной безопасностью на его основе.

Цель исследования: совершенствование системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте на основе оценки техногенных рисков.

Гипотеза исследования основана на предположении, что система управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте может быть усовершенствована на основе оценки техногенных рисков, если:

- будет проведен анализ системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте;
- определить направления совершенствования методов функционирования системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте;

- внедрить предложенные по совершенствованию системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте по критерию предупреждение аварий и инцидентов;
- изучить направления совершенствования методов функционирования системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте – газопровод;
- опытно-экспериментальным путем апробировать предложенные решения по совершенствованию системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте.

Теоретико-методологическую базу исследования составили: труды отечественных ученых в области промышленной безопасности и анализа техногенный рисков, в том числе А.А. Александрова, П.Г. Белова, В.С. Сердюка и другие.

Методологическую базу исследования составили разнообразные нормативно-правовые документы, регламентирующие изучаемую проблематику. В процессе работы были проанализированы ключевые правовые источники, включая: Федеральные законы, формирующие правовую основу исследования; Постановления Правительства Российской Федерации, определяющие порядок реализации законодательных норм; Указы Президента РФ, устанавливающие стратегические направления развития рассматриваемой сферы отношений; ГОСТы и другие регламентирующие документы. Данная совокупность нормативно-правовых актов обеспечила необходимую теоретическую и практическую базу для проведения комплексного исследования в рамках магистерской диссертации.

Методы исследования: анализ, синтез, наблюдение, сравнение, измерение.

Экспериментальная апробация предлагаемых решений проводилась на системе автоматического выявления перегревов элементов электрооборудования аэропорта Сабетта.

Научная новизна исследования состоит в том, что данная диссертация является комплексным исследованием вариантов совершенствования системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте на основе оценки техногенных рисков и заключается в:

- результатах анализа системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте, которые показали неудовлетворительное состояние опорной системы газопровода;
- выявленных направлениях совершенствования методов функционирования системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте, к которым можно отнести: внедрение риск-ориентированного подхода к управлению безопасностью; разработку и применение методик анализа техногенных рисков, учитывающих специфику ОПО; совершенствование нормативно-методической базы для декларирования безопасности и анализа рисков; развитие информационных систем и технологий для сбора, обработки и анализа данных о техногенных рисках; переход от анализа рисков к управлению рисками аварий;
- результатах опытно-экспериментальной апробации предложенных решений на опасном производственном объекте, которые показали эффективность предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в виде положительного годового экономического эффекта в размере 3 млн. руб.

Теоретическая значимость исследования заключается в обобщении и систематизации информации о существующих технологиях оценки рисков.

Практическая значимость исследования заключается в возможности использования предложенных в исследовании инженерно-технических решений в деятельности аэропорта Сабетта с целью усовершенствования системы управления промышленной безопасностью.

Личное участие автора: диссертация является результатом исследования автора в период с 2022 по 2025 гг.

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования. Результаты нашли отражение в научной статье на тему: «Принципы функционирования системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте» в электронном журнале «Студенческий форум», 2025, № 12 (321).

Благодаря проведению данного исследования было предложено такое техническое решение, которое с учетом содержания фоновых газов в воздухе вблизи контролируемой зоны позволит на ранней стадии определить перегрев конструктивного элемента электрооборудования, не допустив его возгорания.

На защиту выносятся следующие основные положения, содержащие элементы новизны:

- результаты оценки рисков на опасном производственном объекте: выявлено неудовлетворительное состояние опорной системы. В связи с этим отмечаем очевидный недостаток контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах. Как следствие, видим целесообразность разработки методического обеспечения контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на ОПО;
- способы реализации мер по повышению эффективности системы управления промышленной безопасностью на основе оценки техногенных рисков: разработка и применение методик анализа

техногенных рисков, учитывающих специфику опасных производственных объектов; совершенствование нормативно-методической базы для декларирования безопасности и анализа рисков, включая развитие системы экспертизы промышленной безопасности; развитие информационных систем и технологий для сбора, обработки и анализа данных о техногенных рисках, а также для контроля и снижения рисков на основе современных информационных технологий; переход от анализа рисков к управлению рисками аварий, включая контроль и снижение риска, всеобъемлющий контроль рисков и потерь, диагностику оборудования и оценку остаточного ресурса его эксплуатации;

- результаты оценки эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации: оцененная стоимость предложенных мероприятий – 950 тыс. руб. Годовой экономический эффект от проведения мероприятий составляет более 3 млн. руб. Затраты на мероприятие по обеспечению промышленной безопасности окупятся в срок 0,14 года. Исходя из полученных в результате оценки экономической эффективности мероприятий по обеспечению промышленной безопасности расчетов, можно сделать вывод о том, что эффект от проведенного мероприятия высокий, при сравнительно небольших затратах эффективность мероприятия достигнута.

Структура магистерской диссертации: работа состоит из введения, трех разделов, заключения, списка используемой литературы и используемых источников. Объем работы с учетом приложений составляет 88 печатных страниц. Работа содержит 6 рисунков, 5 таблиц, 35 формул.

Термины и определения

В настоящем отчете применяют следующие термины с соответствующими определениями.

«Авария – разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на ОПО, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ.

Безопасность труда – это система мер, направленных на сохранение жизни и здоровья работников в процессе работы, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационные, технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Безопасные условия труда – условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов.

Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию.

Идентификация – процедура установления соответствия.

Идентификация опасностей аварии – выявление источников возникновения аварий и определение соответствующих им типовых сценариев аварии.

Источник опасности – компоненты биосферы и техносферы, социальные и иные системы, воспроизводящие опасность.

Несчастный случай на производстве – случай серьезного травматического воздействия на работника опасного производственного фактора при выполнении им трудовых обязанностей или заданий руководителя работ, в результате которого произошла временная (не ниже нормативно установленной длительности) или постоянная (стойкая) потеря трудоспособности или наступила смерть пострадавшего.

Обеспечение техносферной безопасности – создание и поддержание техносферного пространства в качественном состоянии, исключающем его негативное влияние на человека и природную среду.

Обучение – процесс организации учебной деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями, навыками, по развитию способностей и компетенций.

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме.

Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Промышленная безопасность ОПО (промышленная безопасность, безопасность ОПО) – состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на ОПО и последствий указанных аварий.

Техносферная безопасность – это свойство объекта, выраженное в его способности противостоять техносферным опасностям (негативным факторам техносферных опасностей).

Техносферные опасности – совокупность производственных, природных и социальных опасностей, разрушающих техносферу» [1, с. 4].

Перечень сокращений и обозначений

СУПБ – система управления промышленной безопасностью.

РФ – Российская Федерация.

ФЗ – Федеральный закон.

ПП – постановление Правительства.

ГОСТ – Государственный общероссийский стандарт.

СТП – стандарт предприятия.

РОСТЕХНАДЗОР – Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору.

ОПО – опасный производственный объект.

ПБ – промышленная безопасность.

НПА – нормативно-правовой акт.

ТК – Трудовой Кодекс.

1 Анализ системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте

1.1 Нормативно-правовое обеспечение функционирования системы управления промышленной безопасностью

Научно-технический прогресс и развитие промышленности привели к бурному развитию производственной сферы. Со временем происходит усложнение технологий, в производственные процессы внедряются новые технические устройства, вовлекается всё больше оборудования. Всё это может сопровождаться различными инцидентами, а так же приводит к росту числа аварий. При этом аварии и их последствия иногда настолько масштабные, что их стали называть техногенными катастрофами. «Необходимость предупреждать и предотвращать такие события вызвало к жизни целое направление человеческой деятельности – Промышленную безопасность» [45, с. 633].

Указом Президента РФ от 06.05.2018 № 198 утверждены Основы государственной политики РФ в области промышленной безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу. Согласно данному документу, «Промышленное производство, с одной стороны, обеспечивает экономическое развитие государства и жизнедеятельность общества, с другой – является источником потенциальной опасности. От состояния промышленной безопасности зависит не только обеспечение общества и государства всеми видами ресурсов и продукцией, но и непосредственно жизнь и здоровье граждан, поддержание благоприятных условий их жизнедеятельности, сохранение окружающей среды» [22].

Таким образом, эффективная система промышленной безопасности является основополагающим фактором, обеспечивающим не только сохранение жизни и здоровья граждан, но и стабильное функционирование ресурсоснабжающих систем, бесперебойное производство необходимой

продукции, а также создание оптимальных условий для жизнедеятельности общества и защиту природных экосистем.

К основным нормативно-правовым актам в области промышленной безопасности относятся:

- Конституция РФ, устанавливающая основы конституционного строя Российской Федерации [6];
- кодексы: Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях [5], устанавливающий ответственность за совершение правонарушений в области промышленной безопасности и другие;
- федеральные законы: Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [14]; Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [16]; Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» [9]; Федеральный закон от 04.05.2011 № 99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» [10]; Федеральный закон от 02.05.2006 № 59-ФЗ «О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации» [12]; Федеральный закон от 27.07.2010 № 225-ФЗ «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в случае аварии на опасном объекте» [20]; Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [39]; Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [40] и другие;
- указы Президента РФ: Указ Президента РФ от 06.05.2018 № 198 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в области промышленной безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» [22] и другие;

- постановления Правительства РФ: Постановление Правительства РФ от 24.11.1998 № 1371 «О регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов» [15]; Постановление Правительства РФ от 18.12.2020 № 2168 «Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности» [21]; Постановление Правительства РФ от 30.06.2021 № 1082 «О федеральном государственном надзоре в области промышленной безопасности» [18]; Постановление Правительства РФ от 17.08.2020 № 1243 «Об утверждении требований к документационному обеспечению систем управления промышленной безопасностью» [30]; Постановление Правительства РФ от 12.10.2020 № 1661 «О лицензировании эксплуатации взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектов I, II и III классов опасности» [11]; Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 № 2415 «О проведении эксперимента по внедрению системы дистанционного контроля промышленной безопасности» [13]; Постановление Правительства РФ от 30.07.2004 № 401 «О Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору» [17]; Постановление Правительства РФ от 13.01.2023 № 13 «Об аттестации в области промышленной безопасности, по вопросам безопасности гидротехнических сооружений, безопасности в сфере электроэнергетики» [19]; Постановление Правительства РФ от 10.03.2022 № 336 «Об особенностях организации и осуществления государственного контроля (надзора), муниципального контроля» [23]; Постановление Правительства РФ от 15.09.2020 № 1437 «Об утверждении Положения о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах» [25]; Постановление Правительства РФ от 16.04.2021 № 604 «Об утверждении Правил формирования и

- ведения единого реестра контрольных (надзорных) мероприятий и о внесении изменения в постановление Правительства Российской Федерации от 28.04.2015 № 415» [27] и другие;
- приказы Ростехнадзора: Приказ Ростехнадзора от 16.10.2020 № 414 «Об утверждении Порядка оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечня включаемых в нее сведений» [26]; Приказ Ростехнадзора от 20.10.2020 № 420 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности» [32]; Приказ Ростехнадзора от 09.03.2023 № 103 «Об утверждении Руководства по безопасности «Методические рекомендации по разработке систем управления промышленной безопасностью в организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты» [29]; Приказ Ростехнадзора от 30.11.2020 № 471 «Об утверждении Требований к регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов и ведению государственного реестра опасных производственных объектов, формы свидетельства о регистрации опасных производственных объектов в государственном реестре опасных производственных объектов» [31]; Приказ Ростехнадзора от 01.12.2020 № 478 «Основные требования к проведению неразрушающего контроля технических устройств, зданий и сооружений на опасных производственных объектах» [33]; Приказ Ростехнадзора от 03.09.2020 № 331 «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья» [35]; Приказ Ростехнадзора от 03.11.2022 № 387 «Об утверждении руководства по безопасности «Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» [28] и другие;
 - иные руководящие документы.

Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 08.08.2024) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» «определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности эксплуатирующих опасные производственные объекты» [14].

В статье 1 данного закона представлены основные понятия, используемые в области промышленной безопасности, в частности дано само понятие промышленной безопасности опасных производственных объектов – «состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий» [14].

Нормативно-правовое обеспечение функционирования системы управления промышленной безопасностью включает два важнейших документа:

- Требования к документационному обеспечению систем управления промышленной безопасностью, утверждённые Постановлением Правительства РФ от 17.08.2020 № 1243 (ред. от 30.06.2021) [30];
- Методические рекомендации по разработке систем управления промышленной безопасностью в организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты, утверждённые приказом Ростехнадзора от 09.03.2023 № 103 [29].

Стоит отдельное внимание уделить такому документу, как Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах, утвержденному Приказом Ростехнадзора от 03.11.2022 № 387 [28].

Данный документ содержит «рекомендации по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий для обеспечения требований промышленной безопасности при проектировании, строительстве,

капитальном ремонте, реконструкции, техническом перевооружении, эксплуатации, консервации и ликвидации опасных производственных объектов и не является нормативным правовым актом» [28].

Согласно Методическим основам анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах: «Анализ опасностей и оценка риска аварий на ОПО представляет собой специальные научно-технические методы исследования опасностей возникновения, развития и последствий возможных аварий. Процедура анализа риска может включать планирование работ, идентификацию опасностей аварий, оценку риска аварий, установление степени опасности возможных аварий, а также разработку и своевременную корректировку мероприятий по снижению риска аварий...

Анализ риска рекомендуется проводить при разработке:

- проектной документации на строительство или реконструкцию ОПО;
- документации на техническое перевооружение, капитальный ремонт, консервацию и ликвидацию ОПО;
- декларации промышленной безопасности ОПО;
- обоснования безопасности ОПО;
- плана мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на ОПО;
- плана мероприятий по снижению риска аварий и других документов в составе документационного обеспечения систем управления и аудита промышленной безопасности» [28].

Так же в данном документе:

- даются общие рекомендации по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий;
- определяется цель и задачи анализа опасностей и оценки риска;
- раскрываются этапы проведения анализа риска аварий.

Таким образом, промышленная безопасность в РФ обеспечивается системой законодательных и нормативных актов различных уровней.

Законодательные акты оформляются в виде кодексов и законов, нормативные акты издаются федеральными органами исполнительной власти. Все вышеназванные акты опираются на нормы Конституции РФ, которая является основным правовым документом в нашей стране.

1.2 Принципы функционирования системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте

Теоретические основы учения о человеко- и природозащитной деятельности описаны в учебном пособии Белова П.Г. «Техногенные системы и экологический риск». Автор подробно раскрывает «вопросы защиты человека и природы от различных видов опасностей, рассматривает мониторинг и контроль опасностей в глобальном масштабе и более подробно в пределах Российской Федерации и отдельных ее территорий, а также государственное управление безопасностью жизнедеятельности человека и защитой окружающей среды» [2, с. 20].

Исследованию отдельных аспектов системы управления промышленной безопасностью посвящено немало научных работ.

Так, в учебном пособии «Промышленная безопасность опасных производственных объектов» (автор Сердюк В.С.) достаточно подробно раскрываются основы промышленной безопасности. Отдельное внимание уделяется «опасным производственным объектам: дается их определение и характерные особенности таких объектов, рассматривается их классификация, обосновывается необходимость обеспечения безопасности опасных производственных объектов» [37, с. 28].

Автор отмечает, что «государственная политика в области обеспечения безопасности является частью внутренней и внешней политики Российской Федерации и представляет собой совокупность скоординированных и объединенных единым замыслом политических, организационных,

социальноэкономических, военных, правовых, информационных, специальных и иных мер» [4, с. 29].

Составляющие общей структуры безопасности представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Промышленная безопасность в общей структуре безопасности

Пособие Широкова Ю.А. «Управление промышленной безопасностью» показывают основы государственной политики в области промышленной безопасности и направления деятельности по ее реализации в РФ. Изложены «основные требования к проектированию, строительству, реконструкции, капитальному ремонту, вводу в эксплуатацию, техническому перевооружению, консервации и ликвидации опасного производственного объекта» [44, с. 25].

Особый интерес представляет учебное пособие Киселева А.С. «Промышленная безопасность опасных производственных объектов». В данном пособии рассматриваются основные вопросы промышленной безопасности опасных производственных объектов. На основе актуальных редакций нормативных актов раскрываются основы нормативного и организационного регулирования, производственного контроля, мероприятия

по предупреждению, локализации промышленных аварий и ликвидации их последствий, подготовки персонала опасных производственных объектов» [4, с. 30].

В учебном пособии «Управление опасными производствами» (автор Угланова В.З.) представлена информация «об основах организации производства, типах производственной структуры, их преимуществах и недостатках, об отраслевой структуре и важнейших отраслях производственной сферы, типах промышленного производства, формах общественной организации производства, а также государственном регулировании в области промышленной безопасности опасных производственных объектов» [41, с. 103].

А.К. Соколов, исследуя общие алгоритмы управления техносферной безопасностью, отмечает, что сегодня «особое значение имеет обеспечение и поддержание высокого уровня безопасности на опасных производственных и промышленных предприятиях, поэтому большое значение имеет вопрос наличия современных систем промышленной безопасности» [38, с. 22].

Система управления промышленной безопасностью представляет собой «комплекс взаимосвязанных организационных и технических мероприятий, осуществляемых организацией, эксплуатирующей опасные производственные объекты, в целях предупреждения аварий и инцидентов на опасных производственных объектах, локализации и ликвидации последствий таких аварий» [14].

«Опасные производственные объекты в зависимости от уровня потенциальной опасности аварий на них для жизненно важных интересов личности и общества подразделяются в соответствии с критериями, на четыре класса опасности» [14].

В силу действующего законодательства, организации, «эксплуатирующие опасные производственные объекты I или II класса опасности, обязаны создать системы управления промышленной безопасностью и обеспечивать их функционирование» [14].

«Системы управления промышленной безопасностью обеспечивают:

- определение целей и задач организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, в области промышленной безопасности, информирование общественности о данных целях и задачах;
- идентификацию, анализ и прогнозирование риска аварий на опасных производственных объектах и связанных с такими авариями угроз;
- планирование и реализацию мер по снижению риска аварий на опасных производственных объектах, в том числе при выполнении работ или оказании услуг на опасных производственных объектах сторонними организациями либо индивидуальными предпринимателями;
- координацию работ по предупреждению аварий и инцидентов на опасных производственных объектах;
- осуществление производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности;
- безопасность опытного применения технических устройств на опасных производственных объектах в соответствии с пунктом 3 статьи 7 настоящего Федерального закона;
- своевременную корректировку мер по снижению риска аварий на опасных производственных объектах;
- участие работников организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, в разработке и реализации мер по снижению риска аварий на опасных производственных объектах;
- информационное обеспечение осуществления деятельности в области промышленной безопасности» [14].

Необходимо отметить, что система управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте строится на некоторых принципах, соблюдение которых позволит системе функционировать наиболее эффективно.

Первый принцип состоит в том, что ответственным лицам необходимо всегда иметь достоверную и актуальную информацию относительно отдельных аспектов промышленной безопасности. Для этого следует своевременно производить идентификацию опасностей, а так же оценивать риски и опасности, которые подлежат управлению. Необходимо так же организовать систему оценки технического состояния оборудования, устройств, сооружений и иных объектов, которая позволит оценить риски максимально эффективно за счет полученных в результате оценки данных.

Второй принцип заключается в планировании мероприятия по обеспечению требований безопасности. При планировании необходимо определить цели, разработать программу управления промышленной безопасностью и структуру управления с распределением зон ответственности.

Третий принцип состоит в том, что необходимо регулярно вести мониторинг изменений законодательства в рассматриваемой области. Деятельность в области промышленной безопасности должны быть всегда обеспечена соответствующей документацией, которая, в свою очередь, должна базироваться на актуальных нормативно-правовых актах.

В качестве четвертого принципа выступает необходимость документального закрепления всех направлений по достижению промышленной безопасности. А.С. Киселев подчеркивает необходимость «создать механизмы управления всеми операциями, которые приводят к существенным рискам. В первую очередь это стандарты предприятия по направлениям деятельности, понятные инструкции. Главное требование к стандартам – простота и доступность для понимания. Стандарты и инструкции должны стать путеводителем по отдельным элементам и направлениям в системе управления безопасностью и полностью соответствовать существующему законодательству РФ по безопасности и охране труда» [4, с. 22].

Еще один принцип заключается в необходимости проявлять лидерство руководителям организации в управлении вопросами производственной безопасности. Иными словами, руководители любого уровня должны активно участвовать в продвижении культуры безопасности.

Из вышеназванного принципа вытекает следующий принцип, содержанием которого является вовлеченное восприятие персоналом правил безопасности. Необходимо не только научить персонал машинально выполнять установленные правила, но и мотивировать их на выполнение. Стоит отметить, что вовлечение персонала не только в процесс оценки, но и в процесс снижения рисков позволит создать более безопасное и, как следствие, более эффективное рабочее окружение.

Из данного принципа вытекает следующий – принцип персональной ответственности каждого работника. Данный принцип предполагает, что каждый сотрудник отвечает за конкретное выполняемое действие или процедуру в ходе выполнения производственного процесса. При этом, в обязанности ответственного входит общий контроль за ходом процесса и процедурами, осуществляемыми исполнителями.

Одни из важнейших принципов функционирования системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте является приоритет предупреждающих мер перед реагирующими мерами. В соответствие с данным принципом необходимо уделять значительное внимание профилактике рисков.

Заключительным принципом, но не менее важным, чем остальные, является принцип постоянного совершенствования системы управления промышленной безопасностью. С этой целью «для предприятия целесообразно разрабатывать комплексную программу управления риском, включающую определение частоты и ущерба от аварий, инцидентов и несчастных случаев в цехах, а также оценку степени уменьшения внеплановых экономических потерь в зависимости от внедрения тех или иных превентивных мероприятий» [46, с. 440].

Выводы по первому разделу.

Научно-технический прогресс и развитие промышленности привели к бурному развитию производственной сферы. Со временем происходит усложнение технологий, в производственные процессы внедряются новые технические устройства, вовлекается всё больше оборудования. Всё это может сопровождаться различными инцидентами, а так же приводит к росту числа аварий. При этом аварии и их последствия иногда настолько масштабные, что их стали называть техногенными катастрофами.

Промышленная безопасность в РФ обеспечивается системой законодательных и нормативных актов различных уровней. Законодательные акты оформляются в виде кодексов и законов, нормативные акты издаются федеральными органами исполнительной власти. Все вышеназванные акты опираются на нормы Конституции РФ, которая является основным правовым документом в нашей стране.

Система управления промышленной безопасностью представляет собой «комплекс взаимосвязанных организационных и технических мероприятий, осуществляемых организацией, эксплуатирующей опасные производственные объекты, в целях предупреждения аварий и инцидентов на опасных производственных объектах, локализации и ликвидации последствий таких аварий» [14].

Система управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте строится на ряде принципов, соблюдение которых позволит системе функционировать наиболее эффективно.

Первый принцип состоит в том, что ответственным лицам необходимо всегда иметь достоверную и актуальную информацию относительно отдельных аспектов промышленной безопасности. Для этого следует своевременно производить идентификацию опасностей, а так же оценивать риски и опасности, которые подлежат управлению. Необходимо так же организовать систему оценки технического состояния оборудования,

устройств, сооружений и иных объектов, которая позволит оценить риски максимально эффективно за счет полученных в результате оценки данных.

Второй принцип заключается в планировании мероприятия по обеспечению требований безопасности. При планировании необходимо определить цели, разработать программу управления промышленной безопасностью и структуру управления с распределением зон ответственности.

Третий принцип состоит в том, что необходимо регулярно вести мониторинг изменений законодательства в рассматриваемой области. Деятельность в области промышленной безопасности должны быть всегда обеспечена соответствующей документацией, которая, в свою очередь, должна базироваться на актуальных нормативно-правовых актах.

В качестве четвертого принципа выступает необходимость документального закрепления всех направлений по достижению промышленной безопасности.

Еще один принцип заключается в необходимости проявлять лидерство руководителям организации в управлении вопросами производственной безопасности. Иными словами, руководители любого уровня должны активно участвовать в продвижении культуры безопасности.

Из вышеназванного принципа вытекает следующий принцип, содержанием которого является вовлеченное восприятие персоналом правил безопасности. Необходимо не только научить персонал машинально выполнять установленные правила, но и мотивировать их на выполнение. Стоит отметить, что вовлечение персонала не только в процесс оценки, но и в процесс снижения рисков позволит создать более безопасное и, как следствие, более эффективное рабочее окружение.

Из данного принципа вытекает следующий – принцип персональной ответственности каждого работника. Данный принцип предполагает, что каждый сотрудник отвечает за конкретное выполняемое действие или процедуру в ходе выполнения производственного процесса. При этом, в

обязанности ответственного входит общий контроль за ходом процесса и процедурами, осуществляемыми исполнителями.

Одни из важнейших принципов функционирования системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте является приоритет предупреждающих мер перед реагирующими мерами. В соответствии с данным принципом необходимо уделять значительное внимание профилактике рисков.

Заключительным принципом, но не менее важным, чем остальные, является принцип постоянного совершенствования системы управления промышленной безопасностью.

Таким образом, только соответствие системы управления промышленной безопасностью вышеуказанным принципам позволит данной системе функционировать наиболее эффективно.

2 Совершенствование методов функционирования системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте

2.1 Оценка рисков на опасном производственном объекте

Применительно к промышленной безопасности риск – сочетание вероятности наступления опасного события (нанесения ущерба) и тяжести этого ущерба.

Задачей управления рисками является контроль, предотвращение или сокращение гибели людей, снижение заболеваемости, снижение ущерба, урона имуществу и логически вытекающих потерь, а также предотвращение неблагоприятного воздействия на окружающую среду.

«Анализ риска – процесс выявления потенциальных рисков, оценки их вероятности и воздействия, а также разработки стратегий по их смягчению или управлению ими» [36, с. 21].

Оценка риска представляет собой «структурированный процесс, в рамках которого идентифицируют способы достижения поставленных целей, проводят анализ последствий и вероятности возникновения опасных событий. Оценка помогает ответить на такие вопросы, как: какие события могут произойти и их причина, каковы последствия этих событий, какова вероятность их возникновения и другие» [47, с. 7].

В соответствии с «Методическими основами анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах», утвержденными Приказом Ростехнадзора 3 ноября 2022 г. № 387, «Анализ опасностей и оценка риска аварий на опасных производственных объектах представляет собой специальные научно-технические методы исследования опасностей возникновения, развития и последствий возможных аварий» [28].

В соответствии с ГОСТ Р 58771-2019 «Менеджмент риска. Технологии оценки риска» на практике для лучшего понимания неопределенности и ее

последствий для принятия решений необходимо применять соответствующие технологии. «Технологии используются на этапах оценки риска для идентификации, анализа и сравнительной оценки риска, описанных в ИСО 31000, и в целом, когда есть необходимость понять неопределенность и ее последствия.

Технологии оценки риска могут применяться в рамках структурированного подхода для определения области применения, среды и критериев, оценки риска, обработки риска, мониторинга и пересмотра, документирования и отчетности, обмена информацией и консультирования.

В ГОСТ Р ИСО 31000 оценка рисков включает в себя идентификацию рисков, их анализ и использование информации, полученной в результате анализа, для сравнительной оценки риска и формирования выводов относительно их значимости по отношению к целям и показателям эффективности деятельности организации. Этот процесс вносит вклад в принятие решений о том, требуется ли обработка риска, каковы приоритеты обработки и какие мероприятия, направленные на снижение риска, необходимо предпринять. На практике данный подход носит итеративный характер.

Технологии оценки риска, описанные в этом документе, применяются в следующих случаях:

- когда необходимо принять решение с учетом неопределенности;
- в рамках решения, в котором необходимо сравнить/оптимизировать ряд вариантов;
- когда требуется большее понимание существующих рисков или конкретного риска;
- «как часть любого процесса принятия решений об обработке риска» [3].

«К числу технологий, применяемых в процессе оценки риска, относятся технологии, применяемые для:

- идентификации риска;

- анализа риска;
- сравнительной оценки риска.

Идентификация риска осуществляется за счет технологий идентификации, к которым относятся следующие технологии:

- контрольные списки, классификация и систематизация;
- анализ видов и последствий отказов (FMEA) и анализ видов, последствий и критичности отказов (FMECA);
- изучение опасности и работоспособности (HAZOP);
- сценарный анализ;
- структурированный метод «Что если?» (SWIFT).

К числу технологий, применяемых в процессе анализа риска, относятся следующие технологии:

- технологии анализа источников и доминантных факторов риска;
- технологии анализа средств контроля;
- технологии анализа зависимостей и взаимодействий.

К технологиям анализа источников и доминантных факторов риска, в свою очередь, относятся:

- синдинический подход;
- метод Исикавы («рыбья кость»);
- анализ дерева решений.

К технологиям анализа средств контроля принято относить ряд технологий, в том числе:

- метод «галстук-бабочка»;
- анализ рисков и критические контрольные точки (НАССР).

К технологиям анализа зависимостей и взаимодействий, в свою очередь, относится следующее:

- причинное отображение;
- анализ перекрестного влияния.

К числу технологий, применяемых в процессе сравнительной оценки риска, относятся следующие технологии:

- технологии оценки значимости риска;
- технологии выбора между вариантами.

К технологиям оценки значимости риска принято относить ряд технологий, в том числе:

- ALARP (SFAIRP);
- частотно-цифровые диаграммы (F-N);
- диаграммы Парето;
- техническое обслуживание на основе надежности (RCM);
- индексы риска;
- матрица последствий/вероятности (матрица рисков или тепловая карта);
- S-кривые.

К технологиям выбора между вариантами, в свою очередь, относится следующее:

- анализ затрат и выгод (CBA);
- анализ дерева решений;
- теория игр;
- многокритериальный» [49, с. 24].

Выбор конкретной технологии должен учитывать несколько ключевых факторов, чтобы обеспечить эффективную оценку рисков в конкретной области, в том числе: цель и задачи оценки, учет специфики объекта оценки, доступные ресурсы и другие факторы.

При анализе рисков используются различные критерии:

- критерии серьезности последствий воздействия опасности (по шкале от 1 до 10);
- критерии возможности выявления и реагирования на ситуацию (ранги от 1 до 10);

- критерии вероятности возникновения опасности (ранги от 1 до 10).

Затем рассчитывается степень приоритетности риска и проводится классификация рисков по уровню значимости: низкие риски, допустимые риски, недопустимые риски.

Техногенные угрозы на опасных производственных объектах (ОПО) газотранспортной системы представляют собой комплекс потенциальных источников аварий.

Основные источники рисков включают:

- коррозионные повреждения трубопроводов, способные вызвать разгерметизацию системы и привести к серьезным экологическим последствиям;
- механическое воздействие от строительной и буровой техники, взрывных работ, а также случаев вандализма и террористических актов;
- производственные дефекты в процессе изготовления, транспортировки труб и сопутствующего оборудования;
- нагрузки циклического характера, вызывающие усталостное разрушение конструкций;
- природные явления: подвижки грунта, оползни, сели, карстовые процессы, землетрясения, размывы, морозное пучение.
- эксплуатационные нарушения правил технической эксплуатации %
- технические неисправности систем автоматизации, контрольно-измерительных приборов, средств связи и телемеханизации;
- правонарушения различного характера.

Оценка рисков аварий на объектах газопроводов является важной составляющей системы управления промышленной безопасностью в эксплуатирующих организациях.

«Ключевым индикатором состояния промышленной безопасности на опасных производственных объектах газораспределения и газопотребления служит частота возникновения аварий и инцидентов. Согласно статистике

Ростехнадзора за последние пять лет, в данной сфере зафиксировано 305 аварийных случаев и свыше 10 000 различных инцидентов» [43, с. 55].

Представим на рисунке 2 динамику показателей аварийности на объектах газораспределения и газопотребления за 2009-2021 годы.

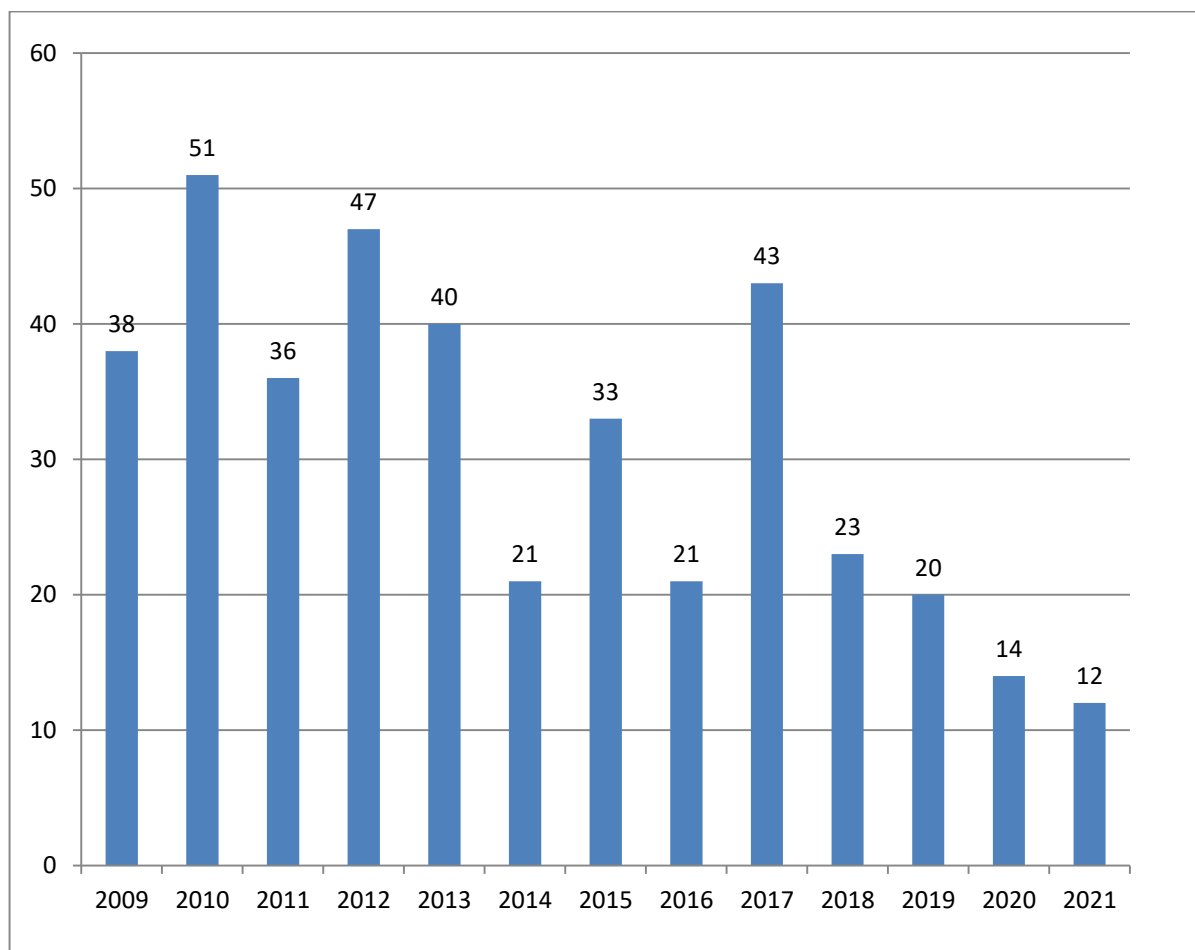


Рисунок 2 – Динамика показателей аварийности на объектах газораспределения и газопотребления за 2009-2021 годы

«К основным причинам аварий и инцидентов относятся:

- внешние факторы аварий;
- несвоевременное (некачественное) проведение технического обслуживания оборудования;
- неисправность технических устройств и оборудования;
- неприменение СИЗ;

- неудовлетворительная организация работ;
- низкий уровень квалификации работников;
- неисполнение предписаний;
- отсутствие техдокументации» [43, с. 55].

Анализ причин аварийных ситуаций свидетельствует о том, что главным фактором, приводящим к авариям, становятся механические повреждения наружных газопроводов. Они происходят из-за несанкционированных действий третьих лиц и организаций, которые проводят земляные работы в пределах установленной охранной зоны трубопроводов.

В ходе инспекционных мероприятий было зафиксировано более 30 000 случаев несоблюдения норм промышленной безопасности. В ходе осуществления контрольно-надзорной деятельности регулярно фиксируются следующие типовые нарушения:

- эксплуатация зданий, сооружений и технического оборудования на производственных объектах по истечении регламентированного производителем срока службы без проведения обязательного экспертного обследования в области промышленной безопасности;
- ненадлежащая организация производственного контроля за выполнением комплекса мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту, что приводит к недостаточному обеспечению работоспособности и безопасности объектов систем газораспределения и газопотребления;
- несоблюдение установленных требований при планировании и осуществлении работ, связанных с газоопасными операциями.

Распределение аварий по видам на опасных производственных объектах сетей газораспределения и газопотребления в 2009-2021 гг. представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение аварий на опасных производственных объектах сетей газораспределения и газопотребления по видам в 2009-2021 гг.

Виды аварий	Количество аварий по годам												
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Механические повреждения подземных газопроводов	17	16	13	16	20	9	9	14	23	8	8	5	2
Механические повреждения газопроводов автотранспортом	4	8	4	6	6	0	1	0	4	3	4	2	2
Повреждения в результате природных явлений	6	8	3	6	1	0	4	2	3	0	2	1	0
Коррозионные повреждения наружных газопроводов	0	1	1	2	0	2	3	1	2	4	2	1	4
Разрывы сварных стыков	2	1	1	2	3	0	1	0	0	1	0	1	0
Утечка газа	2	3	0	4	4	2	7	0	4	0	1	0	1
Взрывы при розжиге газоиспользующих установок и неисправность оборудования котла	5	4	4	5	3	3	2	2	2	3	0	2	1
Неисправность оборудования СУГ	0	5	7	1	1	3	3	2	2	2	1	2	2
Иные	2	5	3	5	2	2	3	0	3	2	2	0	0
Всего	38	51	36	47	40	21	33	21	43	23	20	14	12

Одна из основных причин возникновения аварий связана с организационными проблемами: недостаточное внимание к разработке рабочих планов, низкий уровень соблюдения производственных и технологических норм, а также игнорирование правил безопасности сотрудниками из-за отсутствия должной квалификации, опыта или по причине халатности.

Для оценки уровня промышленной безопасности был выбран опасный производственный объект – газопровод Международного аэропорта Сабетта (Ямало-Ненецкий АО).

Общая характеристика газопровода представлена в его Эксплуатационном паспорте (Приложение А).

Место прокладки газопровода: служебно-техническая территория, котельная МКУ 12.4.4-ГМ.

Назначение газопровода: транспортировка и подача газа.

Основные показатели: протяженность: 55 м, давление расчетное 1,6 МПа, давление рабочее 1,2 МПа.

Способ прокладки: надземный.

На первом этапе необходимо провести визуальный осмотр газопровода. В процессе проведения визуального обследования газопровода осуществляется комплексная проверка всех его компонентов и конструктивных элементов.

В рамках обследования трассы выполняются следующие контрольные мероприятия:

- идентификационные знаки подвергаются проверке на предмет сохранности и читаемости, особое внимание уделяется наличию обязательной информации: дистанции до газопровода, глубине его залегания и контактных данных аварийно-спасательной службы;
- подвесная конструкция анализируется на предмет обеспечения надежной фиксации газопровода. Это необходимо для исключения возможности смещения трубопровода относительно опорных элементов;
- состояние труб и их защитного покрытия требует детального осмотра для обнаружения возможных повреждений: деформаций, вдавленных участков, следов коррозии и искривлений;
- защитные футляры в местах выхода трубопровода из грунта и при его входе в здания проверяются на целостность. При этом контролируется наличие необходимого эластичного заполнения между элементами конструкции;

- изоляционные соединения на участке выхода стального газопровода из земли подвергаются обязательной проверке на работоспособность;
- герметичность системы проверяется с применением специализированного оборудования: газоанализаторов или пенно-пленочных индикаторов для выявления возможных утечек газа.

По результатам визуального осмотра составляется акт обследования с указанием выявленных дефектов и рекомендаций по их устранению. При обнаружении критических повреждений дальнейшая эксплуатация газопровода должна быть немедленно приостановлена до проведения ремонтных работ.

Результаты осмотра 55 м газопровода, расположенного на служебно-технической территории Международного аэропорта Сабетта, представлены на рисунках 3-6.



Рисунок 3 – Результаты осмотра газопровода



Рисунок 4 – Результаты осмотра газопровода



Рисунок 5 – Результаты осмотра газопровода



Рисунок 6 – Результаты осмотра газопровода

Визуальный осмотр газопровода показал неудовлетворительное состояние опорной системы. В связи с этим отмечаем очевидный недостаток контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах. Как следствие, видим целесообразность разработки методического обеспечения контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на ОПО.

Таким образом, оценка рисков на опасном производственном объекте – это процесс, направленный на выявление и анализ рисков, связанных с производственными процессами и использованием оборудования, с целью минимизации опасностей и обеспечения безопасности.

К основным этапам оценки рисков относят: идентификацию риска (определение потенциальных опасностей, анализ путем анализа производственных процессов), анализ риска и сравнительную оценку риска.

По результатам оценки риска определяются меры для минимизации рисков – принимаются инженерные, организационные и иные меры по управлению рисками.

2.2 Способы реализации мер по повышению эффективности системы управления промышленной безопасностью на основе оценки техногенных рисков

Повышение эффективности системы управления промышленной безопасностью на основе оценки техногенных рисков является важной задачей для обеспечения безопасности на опасных производственных объектах.

«К числу основных способов реализации мер по данному направлению можно отнести:

- аудит и анализ существующей системы управления промышленной безопасностью;
- внедрение системы комплексной оценки рисков;
- обучение и повышение квалификации персонала;
- внедрение элементов автоматизации мониторинга и управления безопасностью;
- разработка и внедрение стандартов и регламентов по управлению промышленной безопасностью;
- повышение культуры безопасности;
- инвестиции в инновационные технологии;
- обновление и регулярное усовершенствование систем управления;
- оценка эффективности принятых мер.

Аудит и анализ существующей системы управления промышленной безопасностью предполагает комплексный подход к оценке текущих процессов, процедур и мер, направленных на обеспечение безопасной работы

на производственных объектах. Основные этапы и компоненты такого аудита могут включать в себя:

- оценку документации и регламентов;
- анализ существующих политик, инструкций и процедур по обеспечению промышленной безопасности;
- проверку соответствия документов требованиям законодательства и стандартам;
- проведение идентификации и оценки потенциальных опасностей и рисков, связанных с производственными процессами;
- анализ прошлых аварий и инцидентов и выявление причинности для предотвращения их повторения;
- оценку состояния оборудования и средств индивидуальной защиты;
- проверку соответствия всех технических средств требованиям безопасности.
- определение уровня осведомленности работников о промышленной безопасности;
- оценку отношения сотрудников к вопросам безопасности и готовности следовать установленным процедурам;
- проверку программ обучения и повышения квалификации по безопасности;
- оценку эффективности проводимых тренингов и инструктажей.
- регулярный пересмотр и динамическое обновление системы управления безопасностью» [43, с. 55].

Еще одним важным шагом к созданию безопасной рабочей среды является внедрение комплексной оценки рисков в систему управления промышленной безопасностью. Комплексная оценка рисков предполагает системный подход к выявлению, анализу и управлению потенциальными опасностями на производственных объектах.

В рамках комплексной оценки рисков в первую очередь разрабатывается единая система оценки рисков, учитывающая все аспекты

производственного процесса. В обязательном порядке используются такие методики как HAZOP (анализ потенциальных отклонений), FMEA (анализ видов и последствий отказов) и другие.

К числу способов реализации мер по повышению эффективности системы управления промышленной безопасностью относится работа и по части персонала – обучение и повышение квалификации персонала.

Необходимость организации регулярного обучения работников основам безопасности труда, идентификации рисков и действиям в чрезвычайных ситуациях в настоящее время является неотъемлемым элементом эффективно функционирующей системы управления промышленной безопасностью.

С целью проверки знаний сотрудников целесообразно так же проведение тренингов по новым технологиям и изменениям в процессах.

Современная система управления промышленной безопасностью не может существовать без сильной культуры безопасности, для формирования которой необходима разработка политики открытой коммуникации относительно безопасности и рисков, включая возможность докладывать о проблемах без страха наказания, а так же формирование корпоративной культуры безопасности, где каждый сотрудник не только механически выполняет трудовые функции, а еще и понимает свою роль в предотвращении рисков.

«Автоматизация промышленной безопасности позволяет контролировать работу всего предприятия. Так же она позволяет сократить количество работников и возложить более опасные операции на автоматические машины и механизмы с элементами автоматики, повышая безопасность работников. Во время автоматизации производства используются машины или приборы, которые исключают применение физических усилий человека, но работа осуществляется под его контролем, и проверка исправности машин и контроля хода работы имеет периодичный характер» [8, с. 228].

В настоящее время сложно представить работу опасного промышленного объекта без элементов автоматизации промышленной безопасности.

Разработка и внедрение стандартов и регламентов по управлению промышленной безопасностью так же относится к числу основных способов реализации мер по данному направлению. Необходимо формирование единой системы актуальных стандартов и инструкций по безопасности, а так же адаптация международных стандартов безопасности к специфическим условиям работы предприятия.

Бесспорно, опасным промышленным объектам необходимо применять современные методы управления и внедрять новые технологии. С этой целью предприятия осуществляют инвестиции в инновационные технологии. «Инновации – это выражение научно-технического прогресса и, что принципиально важно для рыночных условий, реализация его на практике. Инновации включают разработку и внедрение технологически новых или технологически значительно усовершенствованных производственных методов, включая методы передачи продуктов. Инновации могут быть основаны на использовании нового производственного оборудования, новых методов организации производственного процесса или их совокупности, а также на использовании результатов исследований и разработок» [7, с. 110].

Стоит отметить, что какие бы меры по повышению эффективности системы управления промышленной безопасностью предприятие не принимало, необходима последующая оценка эффективности реализованных мер. С этой целью внедряется система показателей для оценки эффективности мер по повышению безопасности, и на основе получаемой информации регулярно анализируются данные по выбранной системе показателей.

Таким образом, принятие мер по повышению эффективности системы управления промышленной безопасностью поможет создать более безопасные условия труда и снизить вероятность техногенных катастроф.

Важно учитывать, что внедрение и поддержание такой системы требует комплексного подхода.

Выводы по второму разделу.

Оценка рисков на опасном производственном объекте – это процесс, направленный на выявление и анализ рисков, связанных с производственными процессами и использованием оборудования, с целью минимизации опасностей и обеспечения безопасности.

К основным этапам оценки рисков относят: идентификацию риска (определение потенциальных опасностей, анализ путем анализа производственных процессов), анализ риска и сравнительную оценку риска. По результатам оценки риска определяются меры для минимизации рисков – принимаются инженерные, организационные и иные меры по управлению рисками.

Применительно к промышленной безопасности риск – сочетание вероятности наступления опасного события (нанесения ущерба) и тяжести этого ущерба.

Оценка рисков на опасном производственном объекте – это процесс, направленный на выявление и анализ рисков, связанных с производственными процессами и использованием оборудования, с целью минимизации опасностей и обеспечения безопасности.

К основным этапам оценки рисков относят: идентификацию риска (определение потенциальных опасностей, анализ путем анализа производственных процессов), анализ риска и сравнительную оценку риска.

Для оценки уровня промышленной безопасности был выбран опасный производственный объект – газопровод Международного аэропорта Сабетта (Ямало-Ненецкий АО).

Техногенные угрозы на опасных производственных объектах (ОПО) газотранспортной системы представляют собой комплекс потенциальных источников аварий. Основные источники рисков включают:

- коррозионные повреждения трубопроводов, способные вызвать разгерметизацию системы и привести к серьезным экологическим последствиям;
- механическое воздействие от строительной и бурильной техники, взрывных работ, а также случаев вандализма и террористических актов;
- производственные дефекты в процессе изготовления, транспортировки труб и сопутствующего оборудования;
- нагрузки циклического характера, вызывающие усталостное разрушение конструкций;
- природные явления: подвижки грунта, оползни, сели, карстовые процессы, землетрясения, размывы, морозное пучение.
- эксплуатационные нарушения правил технической эксплуатации%
- технические неисправности систем автоматизации, контрольно-измерительных приборов, средств связи и телемеханизации;
- правонарушения различного характера.

Оценка рисков аварий на объектах газопроводов является важной составляющей системы управления промышленной безопасностью в эксплуатирующих организациях.

По результатам оценки риска определяются меры для минимизации рисков – принимаются инженерные, организационные и иные меры по управлению рисками.

В настоящее время сложно представить работу опасного промышленного объекта без элементов автоматизации промышленной безопасности.

Разработка и внедрение стандартов и регламентов по управлению промышленной безопасностью так же относится к числу основных способов реализации мер по данному направлению. Необходимо формирование единой системы актуальных стандартов и инструкций по безопасности, а так

же адаптация международных стандартов безопасности к специфическим условиям работы предприятия.

Стоит отметить, что какие бы меры по повышению эффективности системы управления промышленной безопасностью предприятие не принимало, необходима последующая оценка эффективности реализованных мер. С этой целью внедряется система показателей для оценки эффективности мер по повышению безопасности, и на основе получаемой информации регулярно анализируются данные по выбранной системе показателей.

Принятие мер по повышению эффективности системы управления промышленной безопасностью поможет создать более безопасные условия труда и снизить вероятность техногенных катастроф. Важно учитывать, что внедрение и поддержание такой системы требует комплексного подхода.

Таким образом, эффективность системы управления промышленной безопасностью напрямую зависит от комплексного подхода к оценке и управлению рисками.

3 Опытнo-экспериментальная апробация предложенных решений на опасном производственном объекте

3.1 Реализация мер по совершенствованию системы управления промышленной безопасностью

Для достижения поставленной цели в магистерской диссертации важно выбрать правильные методы, необходимые для обработки информации. Определение верной методологии влияет на общий результат и итоговое качество исследовательского труда.

Методы решения подобных теме диссертации задач могут быть конструктивные; эксплуатационные; организационные и т.д.

«Конструктивные методы решения включают детальную проработку несущих конструкций и элементов архитектурной концепции, которые влияют на их несущую способность. Они определяют назначение и специфику конструкций, тип используемых для строительства материалов, которые необходимы для обеспечения надёжности, устойчивости и долговечности здания.

Эксплуатационные методы решения включают включение вопросов технического обслуживания в проектную документацию. Подробные руководства и инструкции по проверке состояния зданий и их содержанию в исправности помогают предотвратить аварии и разрушения объекта.

Организационные методы решения предполагают учёт интересов всех участников жизненного цикла здания, вовлечение их в процесс поиска и реализации конструктивных и организационно-технологических решений. Это позволяет обеспечить скоростное возведение несущих и ограждающих конструкций здания, сократить затраты на строительство и повысить технологическую надёжность строительных процессов» [34, с. 153].

Совершенствование системы управления промышленной безопасностью на газопроводе включает работу по нескольким направлениям.

Документационное обеспечение представляет собой деятельность аппарата управления, которая охватывает вопросы документирования и организации работы с документами в процессе осуществления управленческих функций. Документационное обеспечение в рамках совершенствования системы управления промышленной безопасностью включает в себя:

- «разработку и утверждение Положения о СУПБ с учетом специфики газопровода;
- публикацию Заявления о политике в области промышленной безопасности в СМИ и на сайте организации;
- составление ежегодного плана мероприятий по снижению рисков аварий;
- разработку среднесрочного плана (3-5 лет) мероприятий по снижению рисков» [34, с. 155].

Организационные меры по совершенствованию системы управления промышленной безопасностью на газопроводе включают в себя:

- «регулярное обучение и аттестацию специалистов;
- проверку знаний требований промышленной безопасности;
- проведение инструктажей по охране труда;
- организацию системы мониторинга состояния газопровода;
- контроль выполнения регламентных работ» [34, с. 153].

К числу мер по совершенствованию системы управления промышленной безопасностью на газопроводе относятся и технические мероприятия:

- проведение планово-предупредительных ремонтов;
- диагностика состояния трубопровода;
- проверка систем защиты и автоматики;

- разработка планов локализации и ликвидации последствий аварий.

На ОПО в обязательном порядке должен производиться и анализ рисков, по итогам которого целесообразно проведение корректирующих мероприятий:

- проведение ежеквартального анализа эффективности СУПБ;
- внесение изменений в систему управления при выявлении несоответствий;
- разработку мер по снижению вероятности аварий.

Регулярный мониторинг состояния газопровода относится к числу обязательных направлений совершенствования системы управления промышленной безопасностью на газопроводе. Он включает в себя:

- внедрение систем дистанционного контроля;
- регулярное обследование сварных соединений;
- проверка противокоррозионной защиты.

Реализация данных мер позволит создать эффективную систему управления промышленной безопасностью на газопроводе, минимизировать риски аварий и обеспечить надежную работу объекта.

Как уже отмечалось ранее, визуальный осмотр газопровода показал неудовлетворительное состояние опорной системы. В связи с этим был отмечен очевидный недостаток в контроле за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах. Этим обусловлена целесообразность разработки методического обеспечения контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на ОПО.

В рамках комплексной оценки промышленной безопасности, разработаем требования по организации и осуществлению контроля при эксплуатации оборудования.

«Специалист, ответственный за осуществление производственного контроля за безопасной эксплуатацией оборудования, работающего под избыточным давлением, обязан:

- обеспечивать проведение контроля за соблюдением работниками требований промышленной безопасности;
- разрабатывать план работы по осуществлению производственного контроля газопровода;
- проводить целевые проверки состояния промышленной безопасности, выявлять опасные факторы на рабочих местах;
- ежегодно разрабатывать план мероприятий по обеспечению промышленной безопасности на основании результатов проверки состояния промышленной безопасности;
- организовывать работу по подготовке проведения экспертизы промышленной безопасности;
- участвовать в техническом расследовании причин аварий, инцидентов и несчастных случаев;
- проводить анализ причин возникновения аварий и инцидентов на опасных производственных объектах и осуществлять хранение документации по их учету;
- организовывать подготовку и аттестацию работников в области промышленной безопасности;
- участвовать во внедрении новых технологий и нового оборудования;
- доводить до сведения работников опасных производственных объектов информацию об изменении требований промышленной безопасности, устанавливаемых нормативными правовыми актами, обеспечивать работников указанными документами» [47, с. 13].

«Специалист, ответственный за осуществление производственного контроля за безопасной эксплуатацией оборудования, работающего под избыточным давлением, обеспечивает контроль за:

- ремонтом технических устройств, используемых на опасных производственных объектах, в части соблюдения требований промышленной безопасности;

- устранением причин возникновения аварий, инцидентов и несчастных случаев;
- своевременным проведением соответствующими службами необходимых испытаний и технических освидетельствований;
- наличием документов об оценке (о подтверждении) соответствия технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, обязательным требованиям в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании;
- выполнением предписаний Ростехнадзора и ее территориальных органов, а также соответствующих федеральных органов исполнительной власти по вопросам промышленной безопасности» [47, с. 14].

В рамках комплексной оценки промышленной безопасности разработаем методику осуществления производственного контроля при эксплуатации газопровода.

Предложенная методика предусматривает комплексную оценку уровня промышленной безопасности опасного производственного объекта по следующим ключевым направлениям:

- анализ эффективности мер по обеспечению безопасности технологического процесса;
- диагностика технического состояния производственных объектов и оборудования;
- контроль соблюдения графика проведения регламентных работ и технического обслуживания;
- оценка организационной структуры и системы управления производством;
- проверка профессиональной квалификации и уровня знаний персонала в области промышленной безопасности;

- мониторинг исполнения предписаний Ростехнадзора и результативности системы внутреннего аудита;
- анализ полноты и качества ведения необходимой технической документации.

Каждый из указанных аспектов подлежит детальной проработке в рамках комплексного обследования опасного производственного объекта.

Для оценки факторов, влияющих на уровень промышленной безопасности межпоселкового газопровода, по четырехбалльной шкале были проранжированы 25 параметров, определяющих эти факторы (Приложение Б).

«При выставлении оценок применялись следующие критерии:

- оценка 4 – состояние параметра соответствует согласно всем установленным требованиям;
- оценка 3 – состояние параметра соответствует согласно установленным требованиям с незначительными нарушениями;
- оценка 2 – состояние параметра довольно часто не соответствует установленным требованиям с незначительными нарушениями;
- оценка 1 – состояние параметра не соответствует установленным требованиям, либо выполняется с серьезными нарушениями.

Уровень промышленной безопасности опасного производственного объекта оценивается по сумме набранных баллов» [48, с. 31]. Представим порядок определения уровня промышленной безопасности ОПО в таблице 2.

Таблица 2 – Определение уровня промышленной безопасности ОПО

Уровень промышленной безопасности	Количество баллов
низкий (вероятность аварий и инцидентов высокая)	25-40
малый (вероятность аварий и инцидентов выше средней)	41-60
средний (вероятность аварий и инцидентов имеется при наличии определенных обстоятельств)	61-80
высокий (вероятность аварий и инцидентов крайне низкая, они практически исключены)	81-100

«Минимальное количество набранных баллов – 10. Если количество баллов меньше 10, то такой уровень безопасности необходимо считать критическим и немедленно останавливать функционирование опасного производственного объекта до полного устранения недопустимых нарушений.

Путем подсчёта баллов, полученных за оценку уровня промышленной безопасности опасного производственного объекта (80 баллов), установлено, что уровень промышленной безопасности опасного производственного объекта газопровода – средний (аварии и несчастные случаи возможны в случае совпадения ряда обстоятельств)» [48, с. 31].

В рамках комплексной оценки промышленной безопасности, разработаем требования к проведению целевых обследований состояния газопровода путем комплексных проверок всех его компонентов и конструктивных элементов.

Требования к проведению целевых обследований состояния газопровода включают:

- выбор объекта обследования: газопровод, построенный по одной проектной документации, имеющий одну исполнительную документацию и один строительный паспорт, транспортирующий газ с одинаковым рабочим давлением согласно проектной документации;
- включение в состав обследуемого объекта распределительных газопроводов и газопроводов-вводов, технологически присоединённых к действующей сети газораспределения или другому источнику газа;
- организация работ по обследованию газопроводов организацией, выполняющей техническую эксплуатацию газопроводов (эксплуатирующая организация);

- участие работника эксплуатирующей организации, назначенного техническим руководителем эксплуатационной организации для выполнения данного вида работ;
- использование исходных данных, таких как проектная и исполнительная документация, паспорт газопровода, результаты предыдущих обследований;
- проверка соответствия трассы газопровода исполнительной документации, герметичности газопровода, защитного покрытия, коррозионной агрессивности грунта, влияния блуждающего тока, эффективности работы средств ЭХЗ, состояния технических устройств, выявление участков газопровода с аномалиями металла труб;
- оформление результатов обследования в виде протокола с указанием всех выявленных недостатков и рекомендаций по их устранению.

Целевые проверки осуществляются 1 раз в 3 месяца.

Таким образом, конкретные меры по совершенствованию системы управления промышленной безопасностью ОПО включают в себя:

- разработку и утверждение Положения о системе управления промышленной безопасностью (СУПБ);
- разработку и утверждение плана мероприятий по снижению риска аварий на среднесрочную перспективу (от 3 до 5 лет);
- разработку требований по организации и осуществлению контроля при эксплуатации оборудования;
- разработку и внедрение методики осуществления производственного контроля при эксплуатации газопровода;
- разработку требований к проведению целевых обследований состояния газопровода путем комплексных проверок всех его компонентов и конструктивных элементов.

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

Для расчета показателей экономической эффективности предлагаемых мероприятий необходимо предварительно оценить их стоимость (таблица 3).

Таблица 3 – Оценка затрат на реализацию предложенных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации

Мероприятия	Стоимость, руб.
Разработка и утверждение Положения о системе управления промышленной безопасностью (СУПБ)	130 000
Разработка и утверждение плана мероприятий по снижению риска аварий на среднесрочную перспективу (от 3 до 5 лет)	260 000
Разработка требований по организации и осуществлению контроля при эксплуатации оборудования	200 000
Разработка и внедрение методики осуществления производственного контроля при эксплуатации газопровода: – анализ существующих нормативных документов и требований к производственному контролю; – определение основных задач и целей методики; – разработка структуры методики; – определение методов и инструментов контроля, таких как визуальный осмотр, анализ документации и другие; – разработка форм и шаблонов для сбора и хранения информации о результатах контроля; – тестирование и корректировка методики на основе полученных результатов; – утверждение методики и внедрение её в процесс эксплуатации газопровода.	160 000
Разработка требований к проведению целевых обследований состояния газопровода путем комплексных проверок всех его компонентов и конструктивных элементов	200 000
Итого	950 000

Таким образом, в таблице 3 представлены затраты на каждое из предлагаемых мероприятий, ориентировочная стоимость которых составит 950 тыс. руб.

Далее необходимо оценить эффективность предлагаемого мероприятия. В Приложении В представлены исходные данные для расчета показателей эффективности.

«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» [24].

Воспользуемся Методическими рекомендациями по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах и произведем соответствующие расчеты.

«Ущерб от аварий на опасных производственных объектах может быть выражен в общем виде формулой:

$$P_a = P_{nn} + P_{ла} + P_{сэ} + P_{нв} + P_{экол} + P_{втр} \quad (1)$$

где P_a – полный ущерб от аварий, руб.;

P_{nn} – прямые потери организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, руб.;

$P_{ла}$ – затраты на локализацию / ликвидацию и расследование аварии, руб.;

$P_{сэ}$ – социально-экономические потери (затраты, понесенные вследствие гибели и травматизма людей), руб.;

$P_{нв}$ – косвенный ущерб, руб.;

$P_{экол}$ – экологический ущерб (урон, нанесенный объектам окружающей природной среды), руб.;

$P_{втр}$ – потери от выбытия трудовых ресурсов в результате гибели людей или потери ими трудоспособности, руб.

Прямые потери от аварий можно определить по формуле:

$$P_{nn} = P_{оф} + P_{тмц} + P_{ум} \quad (2)$$

где $P_{оф}$ – потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) основных фондов (производственных и непроизводственных), руб.;

$P_{тмц}$ – потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) товарно-материальных ценностей, руб.;

$P_{ум}$ – потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) имущества третьих лиц, руб.

Потери предприятия в результате уничтожения или повреждения аварией его основных фондов определяются по формуле:

$$P_{оф} = P_{офу} + P_{офп} \quad (3)$$

где $P_{офу}$ – потери предприятия в результате уничтожения основных фондов, руб.;

$P_{офп}$ – потери предприятия в результате повреждения основных фондов, руб.

Потери предприятия в результате уничтожения основных фондов определяются по формуле:

$$П_{оф\gamma} = \sum_{i=1}^n (S_{oi} - (S_{mi} - S_{yi})) \quad (4)$$

где n – число видов уничтоженных основных фондов;

S_{oi} – стоимость замещения или воспроизводства i -го вида уничтоженных основных фондов, руб.;

S_{mi} – стоимость материальных ценностей i -го вида, годных для дальнейшего использования, руб.;

S_{yi} – утилизационная стоимость i -го вида уничтоженных основных фондов, руб.» [24].

Потери предприятия в результате уничтожения основных фондов составят:

$$П_{оф\gamma} = 425000 - 0 - 60000 = 365000 \quad (5)$$

«Потери предприятия в результате повреждения основных фондов определяются по формуле:

$$П_{оф\eta} = \sum_{i=1}^n S_{pi} \quad (6)$$

где S_{pi} – стоимость ремонта i -го вида поврежденных основных фондов, руб.»[24].

Потери предприятия в результате повреждения основных фондов составят:

$$P_{офн} = 158000 \quad (7)$$

Таким образом, потери предприятия от уничтожения или повреждения аварией его основных фондов составят:

$$P_{оф} = 365000 + 158000 = 523000 \quad (8)$$

«Потери предприятия в результате уничтожения или повреждения аварией товарно-материальных ценностей определяются по формуле:

$$P_{тмц} = \sum_{i=1}^n P_{mi} + \sum_{j=1}^m P_{cj} \quad (9)$$

где n – число видов товара, которым причинен ущерб в результате аварии;

P_{mi} – ущерб, причиненный i -му виду продукции, изготавливаемой предприятием, руб.;

m – число видов сырья, которым причинен ущерб в результате аварии;

P_{cj} – ущерб, причиненный j -му виду продукции, приобретенной предприятием, а также сырью и полуфабрикатам, руб.» [24].

Потери предприятия в результате уничтожения или повреждения аварией товарно-материальных ценностей составят:

$$P_{тмц} = 750000 + 65000 = 815000 \quad (10)$$

Таким образом, прямые потери от аварий составят:

$$P_{nn} = 523000 + 815000 = 1338000 \quad (11)$$

«Социально-экономические потери можно определить как сумму затрат на компенсации и мероприятия вследствие гибели персонала и третьих лиц и/или травмирования персонала и третьих лиц по формуле:

$$P_{сэ} = P_{гп} + P_{гтл} + P_{тп} + P_{ттл} \quad (12)$$

где $P_{сэ}$ – социально-экономические потери, руб.;

$P_{гп}$ – затраты на компенсации и мероприятия вследствие гибели персонала, руб.;

$P_{гтл}$ – затраты на компенсации и мероприятия вследствие гибели третьих лиц, руб.;

$P_{тп}$ – затраты на компенсации и мероприятия вследствие травмирования персонала, руб.;

$P_{ттл}$ – затраты на компенсации и мероприятия вследствие травмирования третьих лиц, руб.» [24].

Затраты, связанные с гибелью персонала составят:

$$P_{гп} = 500 + 205000 = 205500 \quad (13)$$

Затраты, связанные с травмированием персонала составят:

$$P_{тп} = 25000 \quad (14)$$

Таким образом, социально-экономические потери составят:

$$P_{сэ} = 205500 + 25000 = 230500 \quad (15)$$

Рассчитаем далее «косвенный ущерб вследствие аварий по формуле:

$$П_{нв} = П_{нп} + П_{зн} + П_{уи} + П_{нптл} \quad (16)$$

где $П_{нп}$ – часть доходов, недополученных предприятием в результате простоя, руб.;

$П_{зн}$ – зарплата и условно-постоянные расходы предприятия за время простоя, руб.;

$П_{уи}$ – убытки, вызванные уплатой различных неустоек, штрафов, пеней, руб.;

$П_{нптл}$ – убытки третьих лиц из-за недополученной ими прибыли, руб.» [24].

«Недополученные доходы предприятием в результате простоя за время простоя рассчитываются по формуле:

$$П_{нп} = \sum_{i=0}^n \Delta Q_i * (S_i - B_i) \quad (17)$$

где n – количество видов недопроизведенного продукта (услуги);

ΔQ_i – объем i -го вида продукции, недопроизведенный из-за аварии;

S_i – средняя стоимость единицы i -го недопроизведенного продукта на дату аварии, руб.;

B_i – средняя себестоимость единицы i -го недопроизведенного продукта на дату аварии, руб.

Зарплата и условно-постоянные расходы предприятия за время простоя рассчитываются по формуле:

$$П_{зн} = (V_{зн} * A + V_{yn}) * T_{np} \quad (18)$$

где $V_{зн}$ – заработная плата сотрудников предприятия, руб./день;

A – доля сотрудников, не использованных на работе;

V_{yn} – условно-постоянные расходы, руб./день;

T_{np} – продолжительность простоя объекта, дни» [24].

Недополученная прибыль в результате простоя:

$$\Pi_{nn} = 125 * (500 - 236) = 33000 \quad (19)$$

Зарплата и условно-постоянные расходы предприятия за время простоя:

$$\Pi_{зн} = (500 * 125 + 1800) * 15 = 964500 \quad (20)$$

Таким образом, косвенный ущерб вследствие аварий:

$$\Pi_{нев} = 33000 + 964500 + 0 + 0 = 997500 \quad (21)$$

«Экологический ущерб рассчитывается по формуле:

$$\Pi_{экол} = Э_a + Э_в + Э_n \quad (22)$$

где $\Pi_{экол}$ – экологический ущерб, руб.;

$Э_a$ – ущерб от загрязнения атмосферы, руб.;

$Э_в$ – ущерб от загрязнения водных ресурсов, руб.;

$Э_n$ – ущерб от загрязнения почвы, руб.» [24].

Таким образом, экологический ущерб составит:

$$П_{экол} = 63000 + 785000 + 17000 + 0 + 0 = 865000 \quad (23)$$

«Затраты на локализацию или ликвидацию и расследование аварии рассчитываются по формуле:

$$П_{ла} = П_{л} + П_{р} \quad (24)$$

где $П_{ла}$ – затраты на локализацию или ликвидацию и расследование аварии, руб.;

$П_{л}$ – расходы по локализации и ликвидации аварии, руб.;

$П_{р}$ – расходы на расследование аварии, руб.» [24].

Затраты на локализацию или ликвидацию и расследование аварии составят:

$$П_{ла} = 112000 + 25300 = 137300 \quad (25)$$

Представим рассчитанные показатели в таблице 4.

Таблица 4 – Сводная форма оценки ущерба от аварии на ОПО

Вид ущерба	Сумма, руб.
Прямой ущерб	1338000
Социально-экономические потери	230500
Косвенный ущерб вследствие аварий	997500
Экологический ущерб	865000
Затраты на локализацию или ликвидацию и расследование аварии	137300
Ущерб от аварии, всего	3 568 300

Далее перейдем непосредственно к оценке экономической эффективности мероприятий по обеспечению промышленной безопасности.

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

$$\mathcal{E} = \Pi - \mathcal{Z} \quad (26)$$

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

Π – ущерб от аварий на опасных производственных объектах, руб.;

$\mathcal{Z}$ – величина приведенных затрат на проведение мероприятий по обеспечении промышленной безопасности, руб.

Приведенные затраты рассчитываются по формуле:

$$\mathcal{Z} = C + E_n * K \quad (27)$$

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

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений, руб.;

K – инвестиции на реализацию мероприятий по обеспечению промышленной безопасности, руб.» [42, с. 148].

Приведенные затраты составят:

$$\mathcal{Z} = 150000 + 0,3 * 950000 = 435000 \quad (28)$$

Годовой экономический эффект от проведения мероприятий по обеспечению промышленной безопасности:

$$\mathcal{E} = 3568300 - 435000 = 3133300 \quad (29)$$

«Общая (абсолютная) экономическая эффективность приведенных затрат рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_3 = \frac{\mathcal{E}}{3} \quad (30)$$

где $\mathcal{E}_3$ – общая (абсолютная) экономическая эффективность приведенных затрат» [42, с. 148].

Общая (абсолютная) экономическая эффективность приведенных затрат составит:

$$\mathcal{E}_3 = \frac{3133300}{435000} = 7,2 \quad (31)$$

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

$$\mathcal{E}_k = \frac{\mathcal{E} - C}{K} \quad (32)$$

где $\mathcal{E}_k$ – общая (абсолютная) экономическая эффективность инвестиций на реализацию мероприятий по обеспечению промышленной безопасности» [42, с. 148].

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

$$\mathcal{E}_k = \frac{3133300 - 150000}{950000} = 3,14 \quad (33)$$

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

$$T_{\text{ед}} = \frac{3}{3} \quad (34)$$

где $T_{\text{ед}}$ – срок окупаемости приведенных затрат, год» [42, с. 102].

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

$$T_{\text{ед}} = \frac{435000}{3133300} = 0,14 \quad (35)$$

Представим рассчитанные показатели в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты расчета эффективности

Вид ущерба	Показатель
Годовой экономический эффект от проведения мероприятий по обеспечению промышленной безопасности	3133300
Приведенные затраты	435000
Общая (абсолютная) экономическая эффективность приведенных затрат	7,2
Общая (абсолютная) экономическая эффективность инвестиций на реализацию мероприятий по обеспечению промышленной безопасности	3,14
Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий по обеспечению промышленной безопасности	0,14

Таким образом, эффект от проведенного мероприятия высокий, при сравнительно небольших затратах эффективность мероприятия достигнута. Затраты на мероприятие по обеспечению промышленной безопасности окупятся в срок 0,14 года.

Выводы по третьему разделу.

Комплекс мероприятий по повышению эффективности системы управления промышленной безопасностью на опасных производственных объектах предусматривает реализацию следующих направлений:

- формирование нормативной базы путем разработки и утверждения Положения о системе управления промышленной безопасностью;

- создание среднесрочной программы (3-5 лет) по минимизации рисков возникновения аварийных ситуаций;
- разработка регламента организации и проведения контроля технического состояния оборудования в процессе эксплуатации;
- внедрение методических указаний по осуществлению производственного контроля при работе с газопроводом;
- создание стандартизированных требований к проведению целевых инспекций газопровода, включающих комплексную диагностику всех его конструктивных элементов и компонентов;
- реализация данных мероприятий направлена на создание комплексной системы превентивных мер по обеспечению промышленной безопасности и снижению вероятности возникновения нештатных ситуаций.

Нами была оценена стоимость предложенных мероприятий, которая составляет 950 тыс. руб. Затем была оценена эффективность предлагаемого мероприятия. Исходя из полученных в результате оценки экономической эффективности мероприятий по обеспечению промышленной безопасности расчетов, можно сделать вывод о том, что эффект от проведенного мероприятия высокий, при сравнительно небольших затратах эффективность мероприятия достигнута.

Заключение

Научно-технический прогресс и развитие промышленности привели к бурному развитию производственной сферы. Со временем происходит усложнение технологий, в производственные процессы внедряются новые технические устройства, вовлекается всё больше оборудования. Всё это может сопровождаться различными инцидентами, а так же приводит к росту числа аварий. При этом аварии и их последствия иногда настолько масштабные, что их стали называть техногенными катастрофами.

Промышленная безопасность в РФ обеспечивается системой законодательных и нормативных актов различных уровней. Законодательные акты оформляются в виде кодексов и законов, нормативные акты издаются федеральными органами исполнительной власти. Все вышеназванные акты опираются на нормы Конституции РФ, которая является основным правовым документом в нашей стране.

В последние годы в мире наблюдается рост числа техногенных аварий на промышленных объектах, что подчеркивает необходимость совершенствования систем управления безопасностью.

Система управления промышленной безопасностью представляет собой «комплекс взаимосвязанных организационных и технических мероприятий, осуществляемых организацией, эксплуатирующей опасные производственные объекты, в целях предупреждения аварий и инцидентов на опасных производственных объектах, локализации и ликвидации последствий таких аварий» [10].

Система управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте строится на ряде принципов, соблюдение которых позволит системе функционировать наиболее эффективно.

Первый принцип состоит в том, что ответственным лицам необходимо всегда иметь достоверную и актуальную информацию относительно отдельных аспектов промышленной безопасности. Для этого следует

своевременно производить идентификацию опасностей, а так же оценивать риски и опасности, которые подлежат управлению. Необходимо так же организовать систему оценки технического состояния оборудования, устройств, сооружений и иных объектов, которая позволит оценить риски максимально эффективно за счет полученных в результате оценки данных.

Второй принцип заключается в планировании мероприятия по обеспечению требований безопасности. При планировании необходимо определить цели, разработать программу управления промышленной безопасностью и структуру управления с распределением зон ответственности.

Третий принцип состоит в том, что необходимо регулярно вести мониторинг изменений законодательства в рассматриваемой области. Деятельность в области промышленной безопасности должны быть всегда обеспечена соответствующей документацией, которая, в свою очередь, должна базироваться на актуальных нормативно-правовых актах.

В качестве четвертого принципа выступает необходимость документального закрепления всех направлений по достижению промышленной безопасности.

Еще один принцип заключается в необходимости проявлять лидерство руководителям организации в управлении вопросами производственной безопасности. Иными словами, руководители любого уровня должны активно участвовать в продвижении культуры безопасности.

Из вышеназванного принципа вытекает следующий принцип, содержанием которого является вовлеченное восприятие персоналом правил безопасности. Необходимо не только научить персонал машинально выполнять установленные правила, но и мотивировать их на выполнение. Стоит отметить, что вовлечение персонала не только в процесс оценки, но и в процесс снижения рисков позволит создать более безопасное и, как следствие, более эффективное рабочее окружение.

Из данного принципа вытекает следующий – принцип персональной ответственности каждого работника. Данный принцип предполагает, что каждый сотрудник отвечает за конкретное выполняемое действие или процедуру в ходе выполнения производственного процесса. При этом, в обязанности ответственного входит общий контроль за ходом процесса и процедурами, осуществляемыми исполнителями.

Одни из важнейших принципов функционирования системы управления промышленной безопасностью на опасном производственном объекте является приоритет предупреждающих мер перед реагирующими мерами. В соответствии с данным принципом необходимо уделять значительное внимание профилактике рисков.

Заключительным принципом, но не менее важным, чем остальные, является принцип постоянного совершенствования системы управления промышленной безопасностью.

Основополагающим элементом эффективного функционирования системы промышленной безопасности выступает необходимость непрерывного обеспечения ответственных специалистов актуальной и достоверной информацией по всем ключевым аспектам безопасности производства. Не менее значимым аспектом является тщательное планирование комплекса мероприятий, направленных на обеспечение соблюдения всех установленных требований в области безопасности. Особое место в системе управления промышленной безопасностью на опасных производственных объектах занимает принцип превентивности, согласно которому первостепенное значение придается профилактическим мерам по предотвращению возможных рисков, а не действиям по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Завершающим, но не менее важным принципом выступает непрерывное совершенствование механизмов управления промышленной безопасностью, что предполагает постоянное обновление и оптимизацию системы с учетом накопленного опыта и возникающих новых вызовов.

Таким образом, только соответствие системы управления промышленной безопасностью вышеуказанным принципам позволит данной системе функционировать наиболее эффективно.

Оценка рисков на опасном производственном объекте – это процесс, направленный на выявление и анализ рисков, связанных с производственными процессами и использованием оборудования, с целью минимизации опасностей и обеспечения безопасности.

К основным этапам оценки рисков относят: идентификацию риска (определение потенциальных опасностей, анализ путем анализа производственных процессов), анализ риска и сравнительную оценку риска. По результатам оценки риска определяются меры для минимизации рисков – принимаются инженерные, организационные и иные меры по управлению рисками.

Применительно к промышленной безопасности риск – сочетание вероятности наступления опасного события (нанесения ущерба) и тяжести этого ущерба.

Оценка рисков на опасном производственном объекте – это процесс, направленный на выявление и анализ рисков, связанных с производственными процессами и использованием оборудования, с целью минимизации опасностей и обеспечения безопасности.

К основным этапам оценки рисков относят: идентификацию риска (определение потенциальных опасностей, анализ путем анализа производственных процессов), анализ риска и сравнительную оценку риска.

Для оценки уровня промышленной безопасности был выбран опасный производственный объект – газопровод Международного аэропорта Сабетта (Ямало-Ненецкий АО).

Техногенные угрозы на опасных производственных объектах (ОПО) газотранспортной системы представляют собой комплекс потенциальных источников аварий. Основные источники рисков включают:

- коррозионные повреждения трубопроводов, способные вызвать разгерметизацию системы и привести к серьезным экологическим последствиям;
- механическое воздействие от строительной и бурильной техники, взрывных работ, а также случаев вандализма и террористических актов;
- производственные дефекты в процессе изготовления, транспортировки труб и сопутствующего оборудования;
- нагрузки циклического характера, вызывающие усталостное разрушение конструкций;
- природные явления: подвижки грунта, оползни, сели, карстовые процессы, землетрясения, размывы, морозное пучение.
- эксплуатационные нарушения правил технической эксплуатации%
- технические неисправности систем автоматизации, контрольно-измерительных приборов, средств связи и телемеханизации;
- правонарушения различного характера.

Оценка рисков аварий на объектах газопроводов является важной составляющей системы управления промышленной безопасностью в эксплуатирующих организациях.

По результатам оценки риска определяются меры для минимизации рисков – принимаются инженерные, организационные и иные меры по управлению рисками.

Аудит и анализ помогут выявить недочеты и недостатки в существующей системе управления промышленной безопасностью и разработать план по их устранению, тем самым снижая риски возникновения аварийных ситуаций и обеспечивая безопасность работников.

Комплексная оценка рисков предполагает системный подход к выявлению, анализу и управлению потенциальными опасностями на производственных объектах.

В рамках комплексной оценки рисков в первую очередь разрабатывается единая система оценки рисков, учитывающая все аспекты производственного процесса. В обязательном порядке используются такие методики как HAZOP (анализ потенциальных отклонений), FMEA (анализ видов и последствий отказов) и другие.

К числу способов реализации мер по повышению эффективности системы управления промышленной безопасностью относится работа и по части персонала – обучение и повышение квалификации персонала.

Необходимость организации регулярного обучения работников основам безопасности труда, идентификации рисков и действиям в чрезвычайных ситуациях в настоящее время является неотъемлемым элементом эффективно функционирующей системы управления промышленной безопасностью.

С целью проверки знаний сотрудников целесообразно так же проведение тренингов по новым технологиям и изменениям в процессах.

Современная система управления промышленной безопасностью не может существовать без сильной культуры безопасности, для формирования которой необходима разработка политики открытой коммуникации относительно безопасности и рисков, включая возможность докладывать о проблемах без страха наказания, а так же формирование корпоративной культуры безопасности, где каждый сотрудник не только механически выполняет трудовые функции, а еще и понимает свою роль в предотвращении рисков.

В настоящее время сложно представить работу опасного промышленного объекта без элементов автоматизации промышленной безопасности. Разработка и внедрение стандартов и регламентов по управлению промышленной безопасностью так же относится к числу основных способов реализации мер по данному направлению. Необходимо формирование единой системы актуальных стандартов и инструкций по

безопасности, а так же адаптация международных стандартов безопасности к специфическим условиям работы предприятия.

Бесспорно, опасным промышленным объектам необходимо применять современные методы управления и внедрять новые технологии. С этой целью предприятия осуществляют инвестиции в инновационные технологии.

Стоит отметить, что какие бы меры по повышению эффективности системы управления промышленной безопасностью предприятие не принимало, необходима последующая оценка эффективности реализованных мер. С этой целью внедряется система показателей для оценки эффективности мер по повышению безопасности, и на основе получаемой информации регулярно анализируются данные по выбранной системе показателей.

На ОПО в обязательном порядке должен производиться анализ рисков, по итогам которого целесообразно проведение корректирующих мероприятий:

- проведение ежеквартального анализа эффективности СУПБ;
- внесение изменений в систему управления при выявлении несоответствий;
- разработку мер по снижению вероятности аварий.

Регулярный мониторинг состояния газопровода относится к числу обязательных направлений совершенствования системы управления промышленной безопасностью на газопроводе. Он включает в себя:

- внедрение систем дистанционного контроля;
- регулярное обследование сварных соединений;
- проверка противокоррозионной защиты.

Реализация данных мер позволит создать эффективную систему управления промышленной безопасностью на газопроводе, минимизировать риски аварий и обеспечить надежную работу объекта.

Принятие мер по повышению эффективности системы управления промышленной безопасностью поможет создать более безопасные условия

труда и снизить вероятность техногенных катастроф. Важно учитывать, что внедрение и поддержание такой системы требует комплексного подхода.

Таким образом, эффективность системы управления промышленной безопасностью напрямую зависит от комплексного подхода к оценке и управлению рисками.

Комплекс мероприятий по повышению эффективности системы управления промышленной безопасностью на опасных производственных объектах предусматривает реализацию следующих направлений:

- формирование нормативной базы путем разработки и утверждения Положения о системе управления промышленной безопасностью (СУПБ);
- создание среднесрочной программы (3-5 лет) по минимизации рисков возникновения аварийных ситуаций;
- разработка регламента организации и проведения контроля технического состояния оборудования в процессе эксплуатации;
- внедрение методических указаний по осуществлению производственного контроля при работе с газопроводом;
- создание стандартизированных требований к проведению целевых инспекций газопровода, включающих комплексную диагностику всех его конструктивных элементов и компонентов;
- реализация данных мероприятий направлена на создание комплексной системы превентивных мер по обеспечению промышленной безопасности и снижению вероятности возникновения нештатных ситуаций.

Эффект от проведенного мероприятия высокий, при сравнительно небольших затратах эффективность мероприятия достигнута. Таким образом, эффективность предложенного мероприятия доказана.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Александров А.А. Анализ и управление техногенными и природными рисками: учебник / А.А. Александров, В.И. Ларионов, С.П. Сущев. М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. 2019. 360 с.
2. Белов П.Г. Техногенные системы и экологический риск: учебник и практикум для вузов. 2-е изд. М.: Издательство Юрайт. 2024. 430 с.
3. ГОСТ Р 58771-2019 Менеджмент риска. Технологии оценки риска. М.: ФГБУ «РСТ». 2022.
4. Киселев А.С. Промышленная безопасность опасных производственных объектов. М.: Издательство «Альфа-Пресс». 2017. 240 с.
5. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 08.08.2024). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/ (дата обращения: 27.10.2024).
6. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 № 2-ФКЗ, от 21.07.2014 № 11-ФКЗ) [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/ (дата обращения: 27.10.2024).
7. Малышев Е.А., Смирнов А.Ю. Формирование механизма управления инновациями в промышленности // Вестник ЗабГУ. 2022. № 9. С. 109-115.
8. Новичкова А.К., Колдин М.С. Элементы автоматизации промышленной и информационной безопасности // Наука и образование. 2022. № 2. С. 228-234.

9. О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ (ред. от 08.08.2024). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/ (дата обращения: 27.10.2024).

10. О лицензировании отдельных видов деятельности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 04.05.2011 № 99-ФЗ (ред. от 08.08.2024). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113658/ (дата обращения: 27.10.2024).

11. О лицензировании эксплуатации взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектов I, II и III классов опасности [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 12.10.2020 № 1661 (ред. от 14.12.2023). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_365151/ (дата обращения: 27.10.2024).

12. О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 02.05.2006 № 59-ФЗ (ред. от 04.08.2023). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_59999/ (дата обращения: 27.10.2024).

13. О проведении эксперимента по внедрению системы дистанционного контроля промышленной безопасности [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 № 2415 (ред. от 09.12.2023). URL: <https://base.garant.ru/400169524/> (дата обращения: 27.10.2024).

14. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 08.08.2024). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения: 27.10.2024).

15. О регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 24.11.1998 № 1371 (ред. от 03.02.2023). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_21062/ (дата обращения: 27.10.2024).

16. О техническом регулировании [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ (ред. от 21.11.2022). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/ (дата обращения: 27.10.2024).

17. О Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 30.07.2004 № 401 (ред. от 31.10.2023). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_48768/ (дата обращения: 27.10.2024).

18. О федеральном государственном надзоре в области промышленной безопасности [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 30.06.2021 № 1082 (ред. от 22.04.2024). URL: <https://base.garant.ru/401423288/> (дата обращения: 27.10.2024).

19. Об аттестации в области промышленной безопасности, по вопросам безопасности гидротехнических сооружений, безопасности в сфере электроэнергетики [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 13.01.2023 № 13 (ред. от 31.10.2023). URL: <https://base.garant.ru/406171377/> (дата обращения: 27.10.2024).

20. Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в случае аварии на опасном объекте [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 27.07.2010 № 225-ФЗ (ред. от 29.12.2022). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_103102/ (дата обращения: 27.10.2024).

21. Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 18.12.2020 № 2168 (ред. от 29.07.2023). URL: <https://base.garant.ru/400120660/> (дата обращения: 27.10.2024).

22. Об основах государственной политики Российской Федерации в области промышленной безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу [Электронный ресурс] : Указ Президента РФ от 06.05.2018 № 198. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_297389/ (дата обращения: 27.10.2024).

23. Об особенностях организации и осуществления государственного контроля (надзора), муниципального контроля [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 10.03.2022 № 336 (ред. от 28.08.2024). URL: <https://base.garant.ru/403681894/> (дата обращения: 27.10.2024).

24. Об утверждении Методических рекомендаций по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах [Электронный ресурс] : Постановление Госгортехнадзора РФ от 29.10.2002 № 63 (ред. от 28.08.2024). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_239775 (дата обращения: 27.10.2024).

25. Об утверждении Положения о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 15.09.2020 № 1437. URL: <https://base.garant.ru/74647996/> (дата обращения: 27.10.2024).

26. Об утверждении Порядка оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечня включаемых в нее сведений [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 16.10.2020 № 414. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74973030/> (дата обращения: 27.10.2024).

27. Об утверждении Правил формирования и ведения единого реестра контрольных (надзорных) мероприятий и о внесении изменения в постановление Правительства Российской Федерации от 28.04.2015 № 415 [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 16.04.2021 № 604 (ред. от 18.07.2024). URL: <https://base.garant.ru/400665980/> (дата обращения: 27.10.2024).

28. Об утверждении руководства по безопасности «Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 03.11.2022 № 387. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1300154647> (дата обращения: 27.10.2024).

29. Об утверждении Руководства по безопасности «Методические рекомендации по разработке систем управления промышленной безопасностью в организациях, эксплуатирующих опасные производственные объекты» [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 09.03.2023 № 103. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1301041359> (дата обращения: 27.10.2024).

30. Об утверждении требований к документационному обеспечению систем управления промышленной безопасностью [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 17.08.2020 № 1243 (ред. от 30.06.2021). URL: <https://base.garant.ru/74524226/> (дата обращения: 27.10.2024).

31. Об утверждении Требований к регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов и ведению государственного реестра опасных производственных объектов, формы свидетельства о регистрации опасных производственных объектов в государственном реестре опасных производственных объектов [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 30.11.2020 № 471. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=379553> (дата обращения: 27.10.2024).

32. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности» [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 20.10.2020 № 420 (ред. от 20.02.2024) . URL: <https://base.garant.ru/75039846/> (дата обращения: 27.10.2024).

33. Основные требования к проведению неразрушающего контроля технических устройств, зданий и сооружений на опасных производственных объектах [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 01.12.2020 № 478. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202012250050> (дата обращения: 27.10.2024).

34. Побегайлов О.А., Бойков Д.В. Повышение эффективности эксплуатационной надежности в аспекте организационно-технологических и конструктивных решений // ИВД. 2018. № 2 (49). С. 152-160.

35. Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 03.09.2020 № 331. URL: <https://base.garant.ru/75024293/> (дата обращения: 27.10.2024).

36. Роик В.Д. Управление профессиональными рисками: учебник для вузов. М.: Издательство Юрайт. 2024. 657 с.

37. Сердюк В.С. Промышленная безопасность опасных производственных объектов: учебное пособие. Омск: Минобрнауки России; Изд-во ОмГТУ. 2019. 115 с.

38. Соколов А.К. Управление техносферной безопасностью: учебник для вузов. М.: Издательство Юрайт. 2025. 109 с.

39. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ (ред. от 25.12.2023). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/ (дата обращения: 27.10.2024).

40. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от

25.12.2023). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/
(дата обращения: 27.10.2024).

41. Углова В.З. Управление опасными производствами: учебное пособие. Саратов: ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского». 2020. 94 с.

42. Фрезе Т.Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности: учебно-методическое пособие по выполнению раздела выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы) / Фрезе Т.Ю. Тольятти: ТГУ. 2022. 258 с.

43. Шангин А.Е., Самсонова В.А. Экономика и управление адаптивной системой промышленной безопасности // Дискуссия. 2024. № 3 (124). С. 54-59.

44. Широков Ю.А. Управление промышленной безопасностью: учебное пособие. М.: Лань. 2019. 360 с.

45. Bahar Z. Innovative approaches to preventing major industrial accidents: a comprehensive custom risk-specific HSSEQ management framework // National Academy Science Letters. 2025. № 1. P. 633-638.

46. Rasuleva M. Risk analysis and man-made risk assessment are key areas of industrial safety management // JournalNX-A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal. 2020. № 6 (11). P. 439-444.

47. Thomas D., Helgeson J. The effect of natural/human-made hazards on business establishments and their supply chains // International Journal of Disaster Risk Reduction. 2021. № 59 (1). P. 2-15.

48. Veer K. Standards for industrial safety: challenges and prospects // National Academy Science Letters. 2025. № 1. P. 24-57.

49. Vercelli G. From risk to readiness: VR-based safety training for industrial hazards // International Journal of Disaster Risk Reduction. 2024. № 10. P. 23-27.

Приложение А Эксплуатационный паспорт газопровода

Эксплуатационный паспорт газопровода

Эксплуатационная организация (владелец) ООО «Международный аэропорт «Сабетта»

Место прокладки Служебно-техническая территория, котельная МКУ 12.4-4-ГМ

Назначение газопровода Газоснабжение МКУ 12.4-40ГМ (Транспортировка и подача газа)

Протяженность 55 м, давление расчетное 1,6 МПа, давление рабочее 1,2 МПа

Проект № 228/13-ЯСПГ-25-ГСН.228/13-ЯСПГ/01-С-ИОС6 от 10.2013г., разработан Ижевским котельным заводом

ЭХЗ - отсутствует

Сведения о газопроводе

Способ прокладки газопровода (подземный, надземный, подводный).	<u>Надземный на участке от 0 до 24 м</u> <u>Надземный на участке от 24 до 55 м</u>
Диаметр и толщина стенки труб газопровода	<u>Ф89Х4,5 мм на участке от 0 до 24 м</u> <u>Ф76х4 мм на участке от 24 до 55 м</u> <u>Ф65 мм на участке от 55 до -- м</u>
Дата завершения строительства	<u>/04/сентября/2014г. На участке от 0 до 55 м</u>

Оборудование газопровода

Участок газопровода (пикет (ПК))	Назначение	Тип установки	Наименование (марка)	Условный проход	Материал основных элементов	Нормативный документ (проект)	Дата установки и замены
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
ПК0 +0,8	Запорная арматура	Задвижка на открытом воздухе	30лс41н ж	Ду 80	Сталь 25л	228/13-ЯСПГ/01-с ИОС6	2014г
ПК0 +23,1	Запорная арматура	Задвижка на открытом воздухе	30лс41н ж	Ду 80	Сталь 25л	228/13-ЯСПГ/01-с ИОС6	2014г
ПК0 +28,8	Запорная арматура	Задвижка на открытом воздухе	30лс41н ж	Ду 80	Сталь 25л	228/13-ЯСПГ/01-с ИОС6	2014г
ПК0 +57,5	Запорная арматура	Задвижка на открытом воздухе	30лс41н ж	Ду 80	Сталь 25л	228/13-ЯСПГ/01-с ИОС6	2014г

Рисунок А.1 – Эксплуатационный паспорт газопровода (лист 1)

Продолжение приложения А

Пересечение и параллельная прокладка с естественными преградами

Наименование преграды	Расположение по карте-схеме			Тип прокладки	Количество/шаг опор, пригрузов	Обнаруженные изменения		
	от ПК	до ПК	длина, м			Дата	Характеристика	Работы по восстановлению
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.

Пересечение и параллельная прокладка с искусственными преградами

Наименование параллельной коммуникации	Расположение по карте-схеме (ПК)		Высота от уровня земли, м		Условия прокладки	Характеристика преграды, коммуникации	
	от	до	газопровода	Параллельной коммуникации		Дата и номер проекта	Начало и окончание работ
1	2	3	4	5	6	7	8
Линия дизельного топлива	34,5	47,5	2,4	0,9	На опорах	20315/10-ГСМ «Ленаэропроект»	07.14г – 09.14г.

Характеристика стальных труб

Участок газопровода (ПК)		Наружный диаметр труб, мм	Толщина стенки, мм	Нормативный документ на трубы	Марка стали	Дата и место выпуска	№ сертификата качества	Химический состав, %					Механические свойства			
								C	Mn	Si	P	S	δ_B , МПа	δ_T , МПа	δ , %	KCU Дж/с м²
от	до	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.
0	24	89	4,5	ТУ 14-ЗР-1128-07	09Г2С	-	523	0,07	1,30	0,5	0,025	0,020	500	340	34	38
24	55	76	4	ТУ 14-ЗР-1128-07				0,14	1,70	0,8			470	265	21	29,4

Рисунок А.2 – Эксплуатационный паспорт газопровода (лист 2)

Продолжение приложения А

Характеристика полиэтиленовых труб

Участок газопровода (ПК)		Наружный диаметр труб, мм	Стандартное размерное отношение (SDR)	Нормативный документ на трубы	Марка полиэтилена	Дата и место выпуска	№ сертификата качества
от	до						
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.

Характеристики грунта на уровне заложения

Участок газопровода (ПК)		Класс и разновидность грунта по ГОСТ 25100	Максимальная и минимальная глубина заложения, м	Удельное сопротивление грунта, Ом·м	Источник аномалий	Особые условия
от	до					
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.

Характеристика изоляционного покрытия

Участок газопровода (ПК)		Протяженность, м	Место изоляции	Тип, структура и материалы	Общая толщина, мм	Переходное сопротивление, Ом·м²	Адгезия к трубе, МПа	Прочность при ударе, Дж	Отсутствие пробоя при испытательном напряжении, кВ
от	до								
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
0	59	55	Металл трубы	ППУ, оболочка из оцинкованной стали	32,5				

Рисунок А.3 – Эксплуатационный паспорт газопровода (лист 3)

Приложение Б

Оценочный лист ОПО при эксплуатации газопровода

Наименование параметра	Состояние параметра	Оценка
<i>1. Обеспечение безопасности технологического процесса</i>		
Наличие (достаточность) средств обеспечения защиты, блокировок и сигнализации технологического процесса	Порядка 80% оборудования (технических устройств) газопровода оснащена автоматическими системами защиты, блокировок и сигнализации	3
Состояние (исправность) средств обеспечения защиты, блокировок и сигнализации технологического процесса	Все средства обеспечения защиты, блокировок и сигнализации оборудования (технических устройств) газопровода находятся в исправном состоянии	4
Состояние (исправность) контрольно-измерительных приборов, своевременность проведения их метрологической поверки	Значительная часть контрольноизмерительных приборов газопровода находится в исправном состоянии. Метрологическую поверку своевременно проходит порядка 75% средств измерения	3
<i>2. Техническое состояние опасного производственного объекта</i>		
Состояние (износ) основных фондов ОПО	Почти 50% технических устройств, применяемых на газопроводе, отслужили нормативный срок эксплуатации	3
Наличие (достаточность) средств защиты стальных газопроводов от электрохимической коррозии	Газопровод в полной мере оснащен необходимыми средствами защиты от электрохимической коррозии	4
Наличие действующих сертификатов соответствия и разрешений на применение оборудования, технические устройства ОПО	Большая часть применяемого на газопроводе оборудования и технических устройств имеет действующие сертификаты соответствия необходимые разрешения на применение	3
<i>3. Своевременность проведения регламентных работ</i>		
Выполнение планов и графиков по ремонту и техническому обслуживанию ОПО	Порядка 85% работ по ремонту и техническому обслуживанию газопровода (в т.ч. оборудования и технических устройств, применяемых на нем) выполняются в срок	3
Выполнение планов-графиков диагностирования газопроводов, оборудования (технических устройств), отработавших нормативный срок эксплуатации	100% работ по диагностированию отработавших нормативный срок эксплуатации технических устройств, применяемых на газопроводе, выполняются в срок	4
Выполнение планов-графиков приборного обследования газопроводов	В срок выполняется чуть больше половины (около 60%) запланированных работ по приборному обследованию газопровода	2
Соблюдение периодичности обходов трасс газопроводов (газорегуляторных пунктов и (или) установок)	Обходы трассы газопровода и установленных на нем газорегуляторных пунктов проводятся с незначительным отклонением от установленных сроков	3
<i>4. Уровень организации работ</i>		
Порядок допуска персонала к производству газоопасных работ	Порядок допуска персонала к производству газоопасных работ осуществляется согласно установленным требованиям	4
Порядок допуска персонала к производству сварочных работ	Порядок допуска персонала к производству сварочных работ осуществляется согласно установленным требованиям	4

Рисунок Б.1 – Оценочный лист (лист 1)

Продолжение приложения Б

Осуществление контроля за давлением и степенью одоризации газа	Контроль за давлением и степенью одоризации газа на газопроводе осуществляется не регулярно	3
Проведение инструктажей по промышленной безопасности	Для персонала, занятого эксплуатацией газопровода, инструктажи по промышленной безопасности проводятся не всегда в установленные сроки	3
<i>5. Квалификация и знание персоналом, занятым эксплуатацией ОПО, требований</i>		
<i>6. промышленной безопасности</i>		
Укомплектованность штата работников ОПО	Штат работников, занятых эксплуатацией газопровода, примерно на 80% укомплектован согласно установленным требованиям	3
Квалификация персонала, занятого эксплуатацией ОПО	Порядка 80% работников, занятых эксплуатацией газопровода, соответствуют квалификационным требованиям	3
Знание работниками порядка действий в случае возникновения аварийной ситуации	Все опрошенные работники (7 человек различных специальностей), занятые эксплуатацией газопровода, показали знание порядка действий в случае возникновения аварийной ситуации	4
Знание специалистами требований промышленной безопасности	Все опрошенные специалисты (5 человек) показали знания требований промышленной безопасности	4
Знание работниками производственных (должностных) инструкций	80% (8 человек из 10 опрошенных) работников, занятых эксплуатацией газопровода, показали знание производственных (должностных) инструкций	3
<i>7. Выполнение предписаний Ростехнадзора и проведение внутреннего аудита</i>		
% выполнения в установленные сроки ранее выданных Ростехнадзором предписаний	Все выявленные инспекторами Ростехнадзора нарушения требований промышленной безопасности, связанные с эксплуатацией газопровода, устранены в установленные сроки	4
% выполнения в установленные сроки ранее выданных службой производственного контроля предписаний	Около 80% выданных службой производственного контроля предписаний, связанных с эксплуатацией газопровода, выполнено в установленные сроки	3
<i>8. Обеспеченность ОПО необходимой документацией, качество ее ведения</i>		
Наличие проектной, технической, эксплуатационной документации	Газопровод имеет только половину всей необходимой проектной, технической и эксплуатационной документации	2
Наличие должностных и производственных инструкций	Имеется порядка 75% необходимых должностных и производственных инструкций	3
Наличие и качество ведения необходимой исполнительной документации (журналов, актов, ведомостей, маршрутных карт и др.)	Для газопровода имеется почти вся необходимая исполнительная документация, которая ведется в основном в соответствии с установленными требованиями	3
Наличие нормативной технической документации	Около половины необходимой нормативной технической документации отсутствует	2

Рисунок Б.2 – Оценочный лист (лист 2)

Приложение В

Исходные данные для расчета показателей эффективности мероприятий по предотвращению техногенных аварий

№ п/п	Наименование показателя	Усл. обознач.	Ед. измер.	Значения показателя
1	Остаточная стоимость уничтоженных основных фондов	S_{oi}	руб.	425000
2	Утилизационная стоимость материальных ценностей	S_{yi}	руб.	60000
3	Стоимость ремонта и восстановления поврежденных основных фондов	S_{pi}	руб.	158000
4	Ущерб, причиненный продукции предприятия	P_{ti}	руб.	750000
5	Ущерб, причиненный сырью и материалам	P_{cj}	руб.	65000
6	Расходы, связанные с локализацией и ликвидацией последствий аварии	P_{λ}	руб.	112000
7	Расходы на расследование аварии	P_p	руб.	25300
8	Расходы по выплате пособий на погребение погибших	S_{por}	руб.	5000
9	Расходы на выплату пособий в случае смерти кормильца	$S_{n.k.}$	руб.	205000
10	Расходы на выплату пособий по временной нетрудоспособности	S_v	руб.	25000
11	Заработная плата сотрудников предприятия	$V_{з.п.}$	руб./день	500
12	Доля сотрудников, не использованных на работе	A		125
13	Условно-постоянные расходы	$V_{y.p.}$	руб./день	1800
14	Продолжительность простоя объекта	$T_{пр}$	дни	15
15	Объем i-го вида продукции, недопроизведенный из-за аварии	ΔQ_i	-	125
16	Средняя оптовая стоимость единицы i-го недопроизведенного продукта на дату аварии	S_i	руб.	500
17	Средняя себестоимость единицы i-го недопроизведенного продукта на дату аварии	B_i	руб.	236
18	Ущерб от загрязнения атмосферы	$\mathcal{E}_a$	руб.	63000
19	Ущерб от загрязнения водных ресурсов	$\mathcal{E}_в$	руб.	785000
20	Ущерб от загрязнения почвы	$\mathcal{E}_п$	руб.	17000
21	Текущие расходы на эксплуатацию сооружения, устройства оборудования	C	руб.	150000
22	Нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений	E_n	-	0,3
23	Инвестиции на реализацию мероприятий по обеспечению промышленной безопасности	K	руб.	950000

Рисунок В.1 – Исходные данные для расчета показателей эффективности мероприятий по предотвращению техногенных аварий