

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 Противоаварийная устойчивость пунктов и систем управления
производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и
возможности управления процессами при авариях

Обучающийся

Б.В.Харламов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

доцент, кандидат технических наук, Е.В.Полякова

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

Консультант

доцент, кандидат экономических наук, Т.Ю.Фрезе

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

Содержание

Введение.....	4
Термины и определения	8
Перечень сокращений и обозначений.....	11
1 Анализ организации промышленной безопасности на предприятии Сургутское УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз».....	12
1.1 Нормативно-правовое обеспечение противоаварийной устойчивости предприятия	12
1.2 Применяемые средства организации промышленной безопасности на предприятии Сургутское УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»	16
2 Организационные и инженерные решения по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях.....	25
2.1 Исследование инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости предприятия при авариях	25
2.2 Разработка программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях	35
3 Опытно-экспериментальная апробация программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях.....	47
3.1 Процедура программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости	

пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях	47
3.2 Анализ и оценка эффективности программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях.....	62
Заключение	79
Список используемых источников.....	82

Введение

Актуальность и научная значимость настоящего исследования заключается в значимости разработки процедур с целью управление безопасностью процессов на объектах нефтегазовой отрасли. Внедрение надежной системы управления безопасностью процессов поможет не допустить несчастных случаев и защитить работников, предприятие и окружающую среду. Безопасность процесса при помощи противоаварийных мер включает также предотвращение неконтролируемых выбросов опасных материалов и энергии. То есть значимость исследования заключается в обеспечении цели технологической безопасности в виде защиты людей, оборудования и окружающей среды от последствий аварий.

Обеспечение противоаварийной устойчивости является важным аспектом деятельности любого предприятия, особенно в условиях высокой конкуренции и технологических изменений. Инновационные решения позволяют повысить эффективность производственных процессов, улучшить безопасность труда и снизить риск возникновения аварийных ситуаций. Поэтому разработка и внедрение таких решений является актуальной задачей для Сургутского УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз».

Объект исследования: Сургутское УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз».

Предмет исследования: противоаварийная устойчивость пунктов и систем управления производственными процессами.

Цель исследования: определить противоаварийную устойчивость систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии.

Гипотеза исследования состоит в том, что безопасность условий труда работников повысится, если:

- обеспечивается регламентированная процедура обеспечения противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами;
- предприятие заинтересовано в непрерывном улучшении обеспечения противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами.

Для разработки программы обеспечения противоаварийной устойчивости на предприятии необходимо провести анализ текущих процессов и определить потребности в инновациях. На основе этого анализа можно разработать программу внедрения новых технологий и оборудования, улучшения производственных процессов, повышения квалификации персонала и создания системы мониторинга и контроля. Также важно разработать план действий в случае аварии и систему мотивации персонала. Регулярные аудиты и оценка эффективности внедренных инноваций помогут определить необходимость внесения изменений в программу и улучшить процесс обеспечения противоаварийной устойчивости на предприятии.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- представить анализ организации промышленной безопасности в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»;
- разработать организационные и инженерные решения по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии;
- представить опытно-экспериментальную апробацию программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для

обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии.

Теоретико-методологическую основу исследования составили: законодательные и нормативные правовые документы в области охраны труда, промышленной и производственной безопасности, научные исследования по тематике магистерской диссертации.

Базовыми для настоящего исследования явились также: труды отечественных авторов: Л.Н. Горина, С.В. Белов, Н.В. Гусакова, А. Фролов, Л.В. Антипова и др. [1, 3, 6, 9, 10, 27].

Методы исследования: анализ, синтез, сравнение, сопоставление.

Опытно-экспериментальная база исследования – Сургутское УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз».

Научная новизна исследования заключается в: систематизации данных по теме обеспечения противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами и апробации результатов для Сургутского УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз».

Теоретическая значимость исследования заключается в: разработке регламентированной процедуры обеспечения противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами и определении возможностей управления процессами при авариях.

Практическая значимость исследования состоит в возможности его использования на опасных производственных объектах Сургутского УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз», эксплуатирующего четыре опасных производственных объекта (участок транспортный и сеть газопотребления №1, №2, №3), зарегистрированных в органах Ростехнадзора, но и на других производственных объектах нефтегазового комплекса компании ПАО «Сургутнефтегаз».

Достоверность и обоснованность результатов исследования может быть обеспечена посредством:

- результатов апробации регламентированных процедур на примере предприятия;
- исследований различных авторов по теме исследования.

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в анализе организации промышленной безопасности в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» и разработке предложений по совершенствованию промышленной и производственной безопасности на предприятии.

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования. Результаты исследования опубликованы в научном журнале «Студенческий вестник» №38 (277), часть 4, октябрь 2023 г., г. Москва, РФ.

На защиту выносятся:

- анализ организации промышленной безопасности в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»;
- организационные и инженерные решения по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях;
- опытно-экспериментальная апробация программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях.

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, 3 разделов, заключения, содержит 12 рисунков, 19 таблиц, список использованной литературы – 32 источника. Основной текст работы изложен на 81 странице.

Термины и определения

Авария – разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемый взрыв и (или) выброс опасных веществ.

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.

Безопасность работников – защита от болезней, травм, увечий, несчастных случаев, профессиональных заболеваний, а также от воздействия неблагоприятных метеорологических условий и вредных факторов производственной среды.

Блокчейн – способ защищённого хранения и передачи данных в виде цепочки блоков, связанных друг с другом специальными ключами, в каждом из которых содержатся сведения о предыдущем.

Интернет вещей – множество физических объектов, подключённых к интернету и обменивающихся данными.

Материальный ущерб – снижение стоимости объекта оценки, вызванное ухудшением его технического состояния, снижением эффективности использования или утратой им определенных свойств, влияющих на его стоимость.

Нефтяное месторождение – месторождение, содержащее только нефть, насыщенную в различной степени газом.

Нефтегазовое месторождение – месторождение, содержащее газовые залежи с нефтяной оторочкой, в котором нефтяная часть составляет по объему условного топлива менее 50%.

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.

Опасность – потенциальный источник нанесения вреда, представляющий угрозу жизни и (или) здоровью работника в процессе трудовой деятельности.

Опасный производственный объект – являются предприятия или их цехи, участки, площадки, а также иные производственные объекты, указанные в приложении 1 Федерального закона РФ от 21 июля 1997 г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Промышленная безопасность опасных производственных объектов – состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасном производственном объекте и последствий указанных аварий.

Противоаварийная устойчивость пунктов – состояние пунктов, при котором их противоаварийные функции в случае возникновения аварии выполняются, а аварии предотвращаются.

Производственный контроль – составная часть системы управления промышленной безопасностью на предприятии, осуществляется путем проведения комплекса мероприятий, направленных на обеспечение безопасного производства работ, безопасное функционирование опасного производственного объекта, а также на предупреждение аварий на этих объектах и обеспечение готовности к локализации аварий и инцидентов, и ликвидации их последствий.

Производственные процессы – совокупность действий работников и орудий труда, в результате которых сырьё, материалы, полуфабрикаты и комплектующие изделия, поступающие на предприятие, превращаются в готовую продукцию или услугу в заданном количестве и заданного свойства, качестве и ассортименте в определённые сроки.

Противоаварийные мероприятия – мероприятия по устранению причин аварии и предотвращению возникновения аварий на объектах.

Система управления охраной труда – комплекс взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов, устанавливающих политику и цели в области охраны труда у конкретного работодателя и процедуры по достижению этих целей.

Техносферная безопасность – состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внешних и внутренних угроз, связанных с деятельностью человека, его жизнедеятельностью.

Техногенная авария – разрушение сооружений или технических устройств, применяемых на производственном объекте или же неконтролируемый взрыв и выброс опасных веществ.

Требования охраны труда – государственные нормативные требования охраны труда и требования охраны труда, установленные правилами и инструкциями по охране труда.

Эксплуатация опасного производственного объекта – ввод опасного производственного объекта в эксплуатацию, использование, техническое обслуживание, консервация, техническое перевооружение, капитальный ремонт, ликвидация опасного производственного объекта, а также изготовление, монтаж, наладка, обслуживание и ремонт технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте.

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей магистерской диссертации применяют следующие сокращения и обозначения:

ИАПУ – интеллектуальные здания пунктов противоаварийной устойчивости

ПАО – публичное акционерное общество

Ростехнадзор – Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору

РФ – Российская Федерация

СУОТ – система управления охраной труда

УТТ – управление технологического транспорта

AI – искусственный интеллект

IoT – интернет вещей

ML – машинное обучение

1 Анализ организации промышленной безопасности на предприятии Сургутское УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»

1.1 Нормативно-правовое обеспечение противоаварийной устойчивости предприятия

Одним из важнейших условий нормальной работы любых сложных систем является наличие у них качества, называемого устойчивостью. Противоаварийная устойчивость пунктов – состояние пунктов, при котором их противоаварийные функции в случае возникновения аварии выполняются, а аварии предотвращаются.

Сложные технические системы, к которым относятся опасные производственные объекты, всегда имеют высокую степень риска возникновения аварий, опасных для производства, работников и окружающей среды. Поэтому принятие мер, гарантирующих надежность предотвращение аварий и снижение тяжести их последствий, жизненно необходимо.

На предприятии можно выделить примеры травмирующих факторов, согласно действующего на предприятии «Реестра опасностей, идентифицированных», которые могут нарушать противоаварийную устойчивость:

- опасность разрыва;
- опасность поражения током вследствие прямого контакта с токоведущими частями из-за касания незащищенными частями тела деталей, находящихся под напряжением;
- опасность ожога от воздействия на незащищенные участки тела материалов, жидкостей или газов, имеющих высокую температуру;
- опасность, связанная с отсутствием информации (схемы, знаков, разметки и другое) о направлении эвакуации в случае возникновения аварийной ситуации;

- опасность, связанная с отсутствием практических навыков отработки эвакуации людей из здания при пожаре;
- опасность травмирования падающими или выбрасываемыми предметами и прочие факторы.

Анализ производственного травматизма на рабочих местах показал, что основными причинами нарушений противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами являются [10]:

- не обеспечение безопасных условий и охраны труда на рабочем месте;
- несоответствие фактических условий проектным;
- невнесение корректировок в график выработок;
- несвоевременное и некачественное обеспечение ведения работ.

Улучшение стабильности и устойчивости производства будет заключаться в способности организации поддерживать уровень производства на предприятии в любой заданный период времени.

На рисунке 1 представлены способы улучшения действующей системы управления охраной труда в организации на основе анализа управления профессиональными рисками с целью противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами. Определено, что совершенствование социальных условий в организации может осуществляться за счет четко выстроенной социальной политики, главным элементом которой является качество трудовой деятельности персонала.

Противоаварийное управление в пункте включает в себя анализ работы пункта; разработку противоаварийных мероприятий; организацию контроля и наблюдения за ходом выполнения противоаварийной программы; подготовку пунктов к проведению противоаварийного восстановления [9].

Управление противоаварийной устойчивостью в переходных процессах в режиме реального времени дает возможность использование различных дополнительных методов, например, в виде профилактического, аварийного управления с разомкнутым контуром и аварийное управление с замкнутым

контуром. Также обеспечить противоаварийную устойчивость можно посредством пересмотра организацией полученных схем управления, чтобы обеспечить их статическую безопасность и безопасность по напряжению, а также устойчивость в переходных процессах. Иногда может потребоваться обоснование отдельных подходов к превентивным и аварийным условиям эксплуатации с целью обеспечения переходной устойчивости, превентивного управления, аварийного управления, безопасности труда, комплексного управления безопасностью.

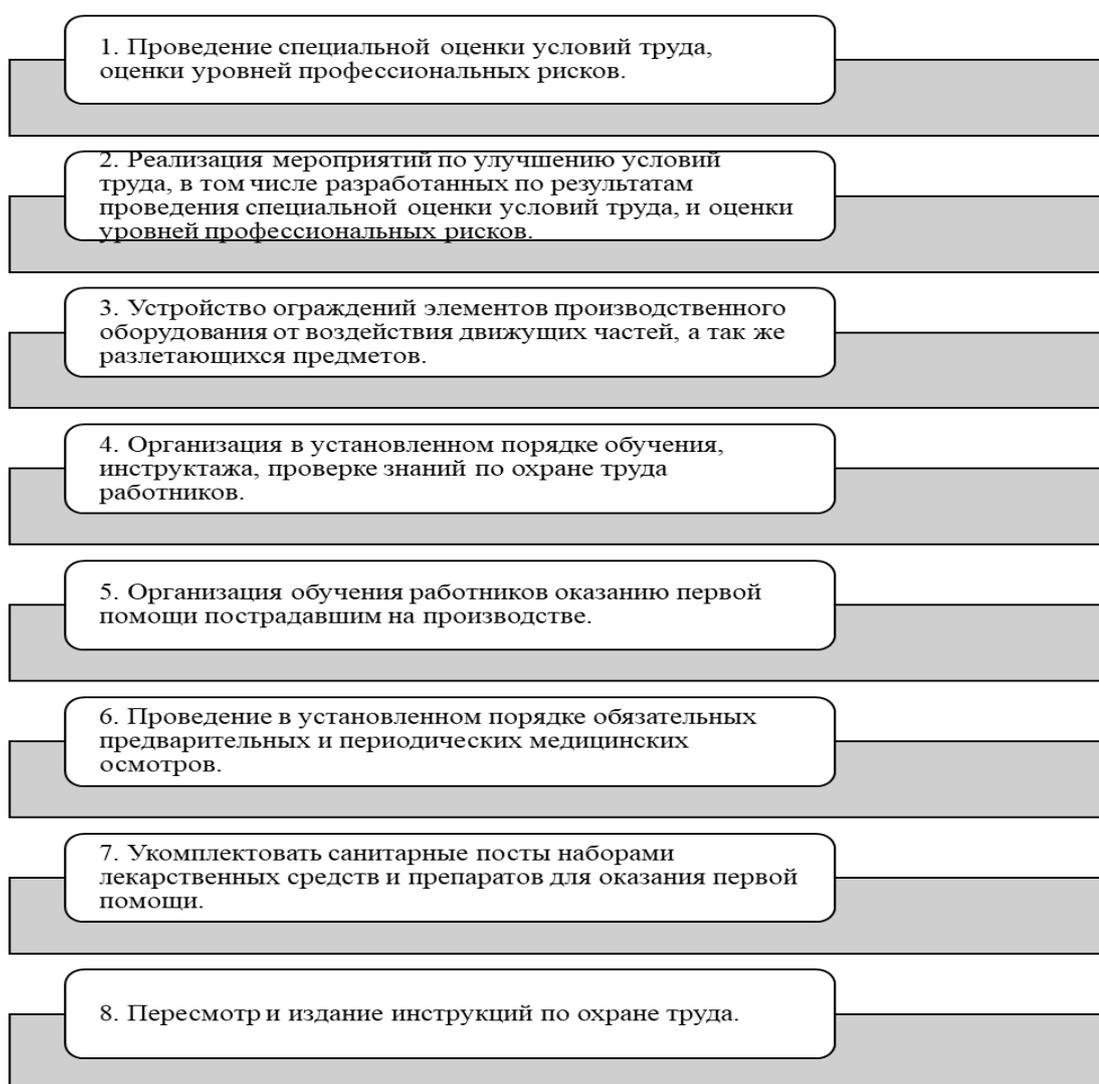


Рисунок 1 – Способы улучшения действующей системы управления охраной труда в организации на основе анализа управления профессиональными рисками с целью противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами [1]

Сделан вывод, что под устойчивостью объекта понимается его способность выполнять заданные функции не только в нормальных, но и в аварийных ситуациях, предотвращать возникновение аварий на объекте. В частности, производственные мощности должны выпускать продукцию в необходимом объеме, ассортименте, заданном качестве и стоимости, обеспечивающую конкурентоспособность на рынке в соответствии с нормативно-правовыми требованиями к безопасности производственных процессов [1].

С целью организации требований охраны труда и промышленной безопасности, на предприятии существует ряд локальных документов, которые представлены в виде приказа «Об организации работ повышенной опасности», приказа «О создании комиссии по проверке знаний персонала по промышленной безопасности», в том числе ряда различных положений, например, такие как Положение «О системе управления охраной труда, промышленной и пожарной безопасности», Положение «О производственном контроле за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах», производственные инструкции по профессиям, видам выполняемых работ и ряд других документов. Выявлено, что в основном разработчиками документов по охране труда и промышленной безопасности на предприятии выступают руководитель службы охраны труда и промышленной безопасности, инженер по нормированию и организации труда, главный энергетик и главный инженер, в должностные обязанности, которых входит выполнение функций по охране труда и промышленной безопасности.

Таким образом, указанные теоретические аспекты регламентируют противоаварийную устойчивость пунктов и систем управления производственными процессами. Противоаварийная устойчивость предприятия регулируется рядом нормативно-правовых актов и стандартов, которые обеспечивают безопасность и предотвращают аварии. Основными нормативно-правовыми актами, которыми руководствуются в процессе

производственной деятельности, в области промышленной безопасности можно выделить самые основные: Федеральный закон РФ от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением, утвержденные приказом Ростехнадзора от 15 декабря 2020 г. № 536, приказ Ростехнадзора от 15 декабря 2020 г. № 531 «Об утверждении норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления», ГОСТ 12.0.230-2007 «Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования», ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля» [16,20,21,22,26].

1.2 Применяемые средства организации промышленной безопасности на предприятии Сургутское УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»

Объектом наблюдения выступает предприятие Сургутское УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз». Сургутское УТТ №3 является структурным подразделением ПАО «Сургутнефтегаз», создано 16 ноября 1982 г., для транспортного обслуживания работников ПАО «Сургутнефтегаз». Основной задачей Сургутского УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» как транспортного предприятия, является обеспечение и выполнение безопасной, безаварийной перевозки работников всех структурных подразделений ПАО «Сургутнефтегаз» к месту производства работ и обратно. При этом можно отметить, что расстояние, на которое ежедневно осуществляется перевозка сотрудников, составляет от 50 км до 500 км.

Сургутское УТТ №3 состоит из четырех обособленных производственных баз и четырех комплексов вахтовых перевозок:

- производственная база №1 расположена в г. Сургут, ул. Рационализаторов, 13;
- производственная база №2 расположена в г. Сургут, ул. Аэрофлотская, 12;
- производственная база №3 расположена в г. Сургут, ул. Производственная, 2, сооружение 6;
- производственная база №4 расположена в г. Сургут, ул. Электротехническая, 3, сооружение 7;
- комплекс вахтовых перевозок г.Сургут;
- комплекс вахтовых перевозок г.Лянтор;
- комплекс вахтовых перевозок пос.Нижнесортымский;
- комплекс вахтовых перевозок пос.Федоровский.

В состав Сургутского УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» входят 10 автомобильных колонн, эксплуатирующих свыше 800 единиц транспортной техники, для оказания транспортных услуг структурным подразделениям ПАО «Сургутнефтегаз».

В Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» эксплуатируются четыре опасных производственных объекта:

- сеть газопотребления №1 Сургутского УТТ №3;
- сеть газопотребления №2 Сургутского УТТ №3;
- сеть газопотребления №3 Сургутского УТТ №3;
- участок транспортный Сургутского УТТ №3.

Виды технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах Сургутского УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»:

- кран-манипулятор, ИМ-95.К;
- вышка передвижная несамоходная телескопического типа LM WPAМ-1-100;
- технические устройства систем газопотребления;

– наружные и внутренние газопроводы сети газопотребления, в наземном и подземном исполнении.

Кроме перечисленных технических устройств, входящих в состав опасных производственных объектов, зарегистрированных в органах Ростехнадзора, Сургутское УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» эксплуатирует подъемные сооружения и оборудование, работающее под избыточным давлением, не подлежащие регистрации в органах Ростехнадзора.

Предприятие оснащено мощной современной производственно-технической базой, использующей новейшие виды и типы подвижного состава, гаражного и технологического оборудования. Проводится работа по освоению новых видов техники, марок, модификаций, технологий и производств, что в свою очередь требует мобилизации резервов эффективности использования трудовых и материальных ресурсов, производственных мощностей и соблюдения требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах.

В связи с этим особую актуальность приобретает внедрение программы противоаварийной устойчивости в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз». Алгоритм организации противоаварийной устойчивости процессов на предприятии Сургутское УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» может быть представлен следующим образом (рис. 2) [2].

Согласно данным в соответствии с действующей системой безопасности с адаптивной структурой на предприятии, следуя принципам стандартизации, общей компоновки и планирования верхнего уровня, противоаварийная устойчивость процессов в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» базируется на концепции глубокоэшелонированной защиты «вертикального многоуровневого и горизонтального разделения», «пограничного контроля, внутреннего мониторинга и аудита, а также общее централизованное управление и контроль». Нацеливаясь на защиту безопасности промышленных систем управления предприятием, она ориентирована на прорывы в технологиях сбора и объединения нескольких

элементов, углубленного анализа безопасности, визуальной интегрированной ситуационной осведомленности. Интегрированная защиты промышленной безопасности управления создана для реализации восприятия рисков безопасности промышленного управления в режиме реального времени, а также точного исследования и оценки угроз.

После практической проверки применения она, в целом, соответствует требованиям безопасности предприятий промышленного управления и обеспечивает эталонное значение для построения защиты промышленного управления в нефтяной промышленности и других отраслях от аварий.



Рисунок 2 – Алгоритм организации безопасных условий и охраны труда с целью противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами

Основные мероприятия по совершенствованию СУОТ в организации для обеспечения противоаварийной устойчивости систем и пунктов

управления производственными процессами могут включать в себя следующие направления (рис. 3).

1. Проведение специальной оценки условий труда (СУОТ).
2. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами.
3. Организация обучения и проверки знаний по охране труда работников.
4. Проведение обязательных медицинских осмотров и психиатрических освидетельствований.
5. Устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов.
6. Приведение уровней естественного и искусственного освещения в соответствие с действующими нормами.
7. Устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха.
8. Обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними.
9. Приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда.
10. Обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов.
11. Оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи.
12. Организация и проведение производственного контроля.
13. Издание (тиражирование) инструкций по охране труда.

Рисунок 3 – Основные мероприятия по совершенствованию СУОТ для обеспечения противоаварийной устойчивости систем и пунктов управления производственными процессами [7]

На рисунке 4 представлены ключевые принципы, которые предприятие может выполнять в части гарантии соблюдения охраны труда на производстве для обеспечения противоаварийной устойчивости систем и пунктов управления производственными процессами.

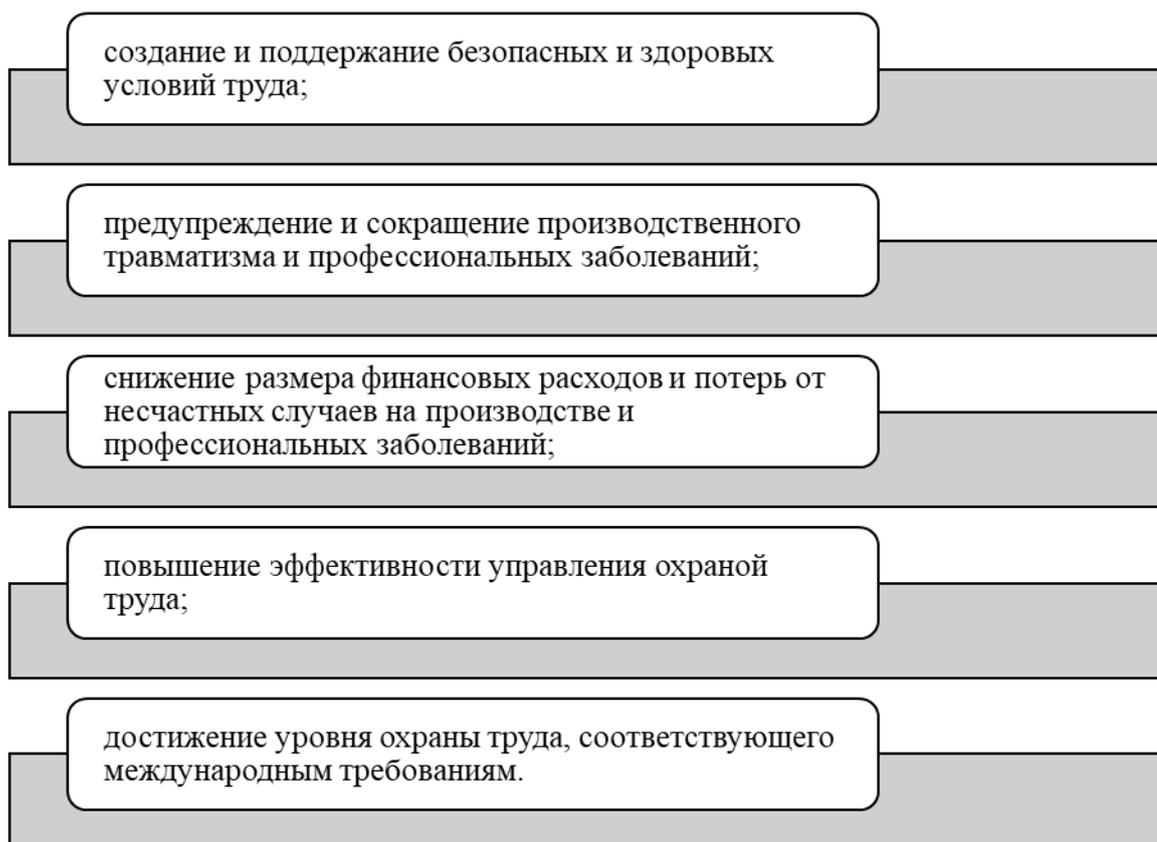


Рисунок 4 – Приоритеты в части реализации стратегии в области охраны труда в соответствии с реализуемой политикой для обеспечения противоаварийной устойчивости систем и пунктов управления производственными процессами

То есть можно считать недопустимым выполнение любой деятельности в ущерб жизни и здоровью работников [7]. Работодатель обязан обеспечить создание и функционирование системы управления охраной труда [25].

Системы управления охраной труда, ее структурная составляющая, комплекс решаемых ею задач, а также связь ее теоретических аспектов и практического применения может быть отражена через ключевые принципы работы по безопасности на предприятии (рис. 5). Важнейший момент

определяется не автоматическим соблюдением норм охраны труда и внедрением на их основе системы организации труда, а более тщательным изучением этих самых норм о цене их трансформации и изменения на основе правовых критериев и требований к охране труда (рис. 5) [17].

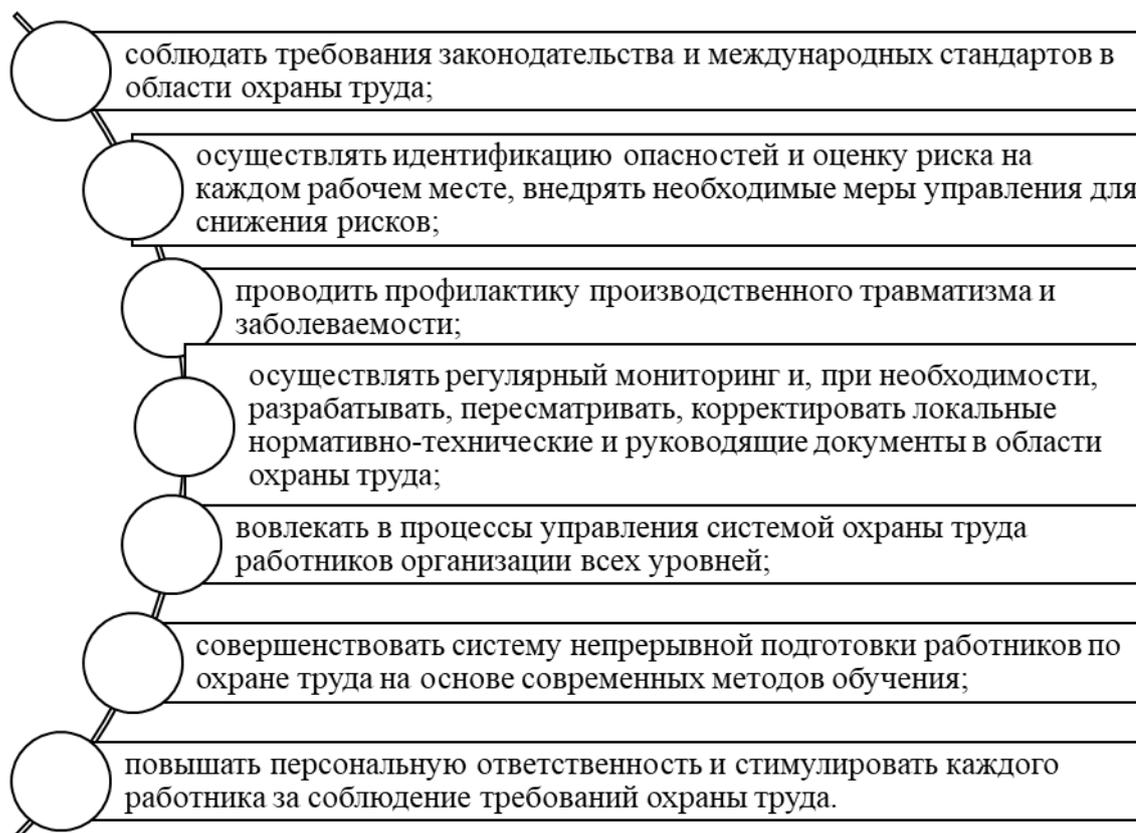


Рисунок 5 – Ключевые принципы, которые организация обязуется выполнять в части гарантии соблюдения задач охраны труда для обеспечения безопасности производственных процессов на предприятии

Практическая реализация норм безопасности труда и создание системы безопасности труда в виде обеспечения противоаварийных пунктов в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз», конечно, зависит от предварительного анализа теоретической составляющей этого вопроса. Стандарты как руководство являются хорошим инструментом для внедрения системы управления безопасностью в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз», но более важным является умение их понимать, трансформировать в соответствии с исходными параметрами своей

деятельности и внедрять. Движущей силой в направлении организации охраны труда и промышленной безопасности в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» являются не только знания руководителей и сотрудников в области культуры охраны и безопасности труда, но и развитие культуры промышленной безопасности, осознание личной ответственности за состояние промышленной безопасности, а также формирование нетерпимого отношения к нарушениям требований промышленной безопасности [8].

Таким образом, средства организации промышленной безопасности в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» включают в себя программу производственного контроля, которая предусматривает:

- контроль за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах на всех уровнях управления производством;
- повышение уровня промышленной безопасности опасного производственного объекта за счет повышения надежности технологического оборудования, обеспечивающей его безопасную и безаварийную работу;
- контроль за своевременным проведением необходимых испытаний и технического освидетельствования технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, ремонта и проверки контрольных средств измерений;
- систему обучения и повышения квалификации персонала, включая проведение инструктажей, обучение работников по охране труда и промышленной безопасности;
- разработку и внедрение организационно-технических мероприятий по предотвращению аварийных ситуаций, снижению риска возникновения инцидентов и аварий;
- организацию системы оповещения и действий в аварийных ситуациях, включая разработку планов локализации и ликвидации аварий;

– проведение анализа состояния промышленной безопасности на предприятии, в том числе на основании результатов комплексных и целевых проверок опасных производственных объектов, проведенных службами производственного контроля ПАО «Сургутнефтегаз» и органами Ростехнадзора, путем организации проведения соответствующих экспертиз и обследований, а также выявление и устранение причин возникновения опасных ситуаций.

В целом по первому разделу можно сделать следующие выводы:

– вопрос обеспечения безопасности труда на производстве не вызывает сомнений. Обеспечение безопасности производства на сегодняшний день является приоритетом для большинства крупных предприятий, соответственно, для достижения максимальных результатов ими постоянно ведется работа по повышению эффективности противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами;

– обеспечение промышленной безопасности в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» – задача непосредственного руководства организации, а также лиц, которые назначены ответственными за безопасность в организации. Реализовать комплекс таких мероприятий можно только благодаря соблюдению требований охраны труда и промышленной безопасности всеми работниками предприятия, а также осуществлением производственного контроля, выполнения внутренних предписаний и имеющихся регламентов, тщательной и ежедневной проверке производственного оборудования перед запуском. Практическая реализация норм и создание системы безопасности труда в виде обеспечения противоаварийных пунктов в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз», конечно, зависит от предварительного анализа теоретической составляющей этого вопроса.

2 Организационные и инженерные решения по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях

2.1 Исследование инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости предприятия при авариях

Исследование инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости предприятия при авариях показало, что внедрение противоаварийной автоматики является путем повышения надежности системы в целом. Противоаварийная автоматика применяется на пунктах и системах управления производственными процессами с целью обеспечения стабильной и устойчивой работы системы, предотвращения возможности развития аварий и минимизации их последствий. Применение микропроцессорных систем противоаварийной автоматики позволяет расширить перечень функций, повысить надежность и быстродействие.

Сетевые методы обеспечения противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии актуальны в связи с развитием современных технологий связи и большим количеством новых управляемых нагрузок, подключаемых к сети, в аварийном контроле стабильности частоты могут участвовать новые управляемые нагрузки с гибкими характеристиками регулирования [5].

«Относительно слабым местом российских систем автоматического централизованного противоаварийного управления является то, что они

ориентированы на работу в отечественных энергосистемах, имеющих существенные запасы по статической и динамической устойчивости» [10].

В целом, инновационные организационные и инженерные решения являются ключевым фактором для обеспечения противоаварийной устойчивости любого предприятия, и Сургутское УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» не является исключением.

Можно выделить следующие направления развития сегодня противоаварийной автоматики. «Это аппаратное обеспечение устройств по обеспечению противоаварийной устойчивости, отход от релейно-механических устройств по обеспечению противоаварийной устойчивости и переход к их микропроцессорной реализации, который приводит к противоречивым результатам. В настоящее время существенно возросла скорость опроса и точность измерения параметров, ускорился процесс проектирования систем по обеспечению противоаварийной устойчивости» [10].

В настоящее время на исследуемом предприятии в целом соблюдаются требования промышленной безопасности, однако не используются специальные модели для оценки устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях [8].

Инновационные решения по обеспечению противоаварийной устойчивости дают возможность дистанционного мониторинга состояния процесса, регистрации и передачи данных о развитии аварии. При этом одновременно наблюдается существенное увеличение стоимости устройств и значительное уменьшение срока их службы, связанное с особенностями используемой элементной базы.

Для обеспечения поддержания противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии. Участие управляемой

нагрузки в управлении стабильностью аварийной частоты стало одной из актуальных тем исследований в противоаварийных системах. Можно исследовать индекс комплексного вклада прерываемой нагрузки в зависимости от общего объема удаления нагрузки и удаления пользователя, получив стратегию снижения нагрузки посредством оптимизации. К актуальным тенденциям развития устройств по обеспечению противоаварийной устойчивости можно указать следующее, что большая доля управляемой нагрузки и возможность быстрого непрерывного регулирования используется для совершенствования аварийного управления с учетом обеспечения безопасности и стабильности. Иногда требуется совместное оптимизирование децентрализованного реагирования на аварийный спрос, чтобы получить оптимальную стратегию управления стабильностью аварийной частоты [28].

Сравнительный анализ показал, что противоаварийная устойчивость пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях в основном обеспечивается реализацией ряда мер и принципов.

В данном случае можно рассмотреть протокол МЭК 61850, который был специально разработан для применения в устройствах по обеспечению противоаварийной устойчивости и позволяет решать целый комплекс задач. Например, в виде участия управляемой нагрузки в аварийном регулировании частоты через основные показатели, такие как общий объем сброса нагрузки в случае аварийной ситуации, управляемую шину нагрузки и стоимость, и считает, что снятие нагрузки происходит мгновенно. Однако на практике из-за различий в состояниях связи и скорости реакции управляемых нагрузок разные нагрузки имеют разные характеристики задержки, что приводит к разным эффектам управления [11].

Однако влияние характеристик задержки нагрузки на аварийное управление частотой редко полноценно исследуется. Чтобы решить проблему аварийного управления частотой в противоаварийной

устойчивости, современные методы исследования в основном включают в себя реагирование и управление событиями. Здесь можно рассматривать величину сброса нагрузки и этапы ее действия в режиме оффлайн/онлайн по отклонению частоты и скорости изменения частоты центра инерции в устройствах по обеспечению противоаварийной устойчивости. В этом случае обычно осуществляется предварительный контроль после мониторинга события неисправности, чтобы предотвратить дальнейшее распространение воздействия. Управление аварийной частотой в пункте противоаварийной устойчивости, управляемое реагированием, заранее корректирует этапы снижения нагрузки и действий в соответствии с определенным сценарием работы системы, который может отклоняться от фактического сценария работы и влиять на эффект управления [12].

Проведенное исследование инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости предприятия при авариях показало наличие следующих наработок в этой сфере.

Наблюдается в качестве инновационных и инженерных решений, что большинство исследований по событийному отключению нагрузки основывается на оптимизации математической модели противоаварийной устойчивости, а эффект стратегии отключения нагрузки тесно связан с точностью модели системы. Новая модель противоаварийной устойчивости имеет высокую степень нелинейности и неопределенности, и сложно создать точную математическую модель, что затрудняет получение точной стратегии сброса нагрузки [32].

Машинное обучение может использоваться для анализа данных и определения потенциальных проблем с противоаварийной устойчивостью. Это может включать в себя анализ данных о работе системы, определение аномалий в поведении системы и предсказание возможных сбоев.

Машинное обучение противоаварийной устойчивости применяется для контроля устойчивости системы пункта в целом. Для оценки устойчивости

системы можно использовать машину опорных векторов, и по результатам оценки можно получить оптимальную схему сброса нагрузки. Машину экстремального обучения также можно использовать для обучения модели прогнозирования сброса нагрузки в автономном режиме и прогнозирования фактического сброса нагрузки в режиме онлайн. При этом традиционная модель алгоритма противоаварийной устойчивости проста и слишком сильно зависит от опыта экспертов. На его управляющий эффект влияет размер и качество базы данных знаний, что приводит к плохой адаптируемости управляющего эффекта модели [13].

Машинное обучение противоаварийной устойчивости может использоваться для обучения системы на основе данных, полученных из различных источников, таких как датчики, системы управления и исторические данные. Это позволяет системе автоматически адаптироваться к изменениям в системе и предсказывать возможные проблемы до того, как они возникнут [29].

Также машинное обучение противоаварийной устойчивости может использоваться для оптимизации работы системы. Например, машинное обучение противоаварийной устойчивости может быть использовано для оптимизации настроек системы управления, чтобы улучшить ее производительность и эффективность.

В модель можно загружать дополнительные параметры, которые будут влиять на обработку входных данных. Машинное обучение строится так, чтобы добиться максимальной частоты корректных ответов на выходе из модели путём подбора параметров. Когда определены нужные параметры, можно заставить машину, верно, решать аналогичные задачи, даже если она не знает правильных ответов к ним.

В сочетании с технологией глубокого обучения противоаварийной устойчивости можно реализовать многомерное извлечение признаков и прямое изучение сложного пространства действий. Между тем, данное обучение и другие алгоритмы противоаварийной устойчивости улучшают

масштабируемость и надежность системы в целом, что делает его пригодным для решения задач управления крупномасштабными системами.

Однако, использование машинного обучения противоаварийной устойчивости имеет свои риски и ограничения. Машинное обучение противоаварийной устойчивости требует большого количества данных для обучения, и, если данные неполные или неточные, результаты могут быть неверными. Также машинное обучение противоаварийной устойчивости может быть подвержено атакам, таким как атаки на обучение модели или внедрение ложных данных [4].

Алгоритм двойного обеспечения противоаварийной устойчивости используется для эффективного выявления обрывов линии, которые могут легко привести к нестабильности системы, и разработки мер по обеспечению аварийной устойчивости. Может быть определена оптимальная стратегия отключения для обеспечения переходной устойчивости системы посредством анализа моделей. Кроме того, алгоритм также можно задействовать для оптимизации стратегии аварийного управления частотой, а различные методы регулирования были объединены для уменьшения стабильных колебаний частоты [14].

В целом, машинное обучение противоаварийной устойчивости может быть полезным инструментом для улучшения противоаварийной устойчивости.

Объектовые методы обеспечения противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии состоят из выбора [24]:

- средств связи (аппаратуры и оборудования);
- конструкции сооружения пунктов и систем управления производственными процессами;
- вариантов размещения пунктов и систем управления производственными процессами.

Модель обладает превосходной стабильностью и надежностью и широко используется в области контроля и принятия решений. Поэтому рекомендуется использовать алгоритм для оптимизации стратегии управления аварийным регулированием с участием управляемой нагрузки с учетом характеристик задержки.

Устойчивость пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях для обеспечения поддержания противоаварийной устойчивости систем можно использовать машинное обучение. Машинное обучение позволяет анализировать данные о работе системы и определять потенциальные проблемы. Также машинное обучение может использоваться для оптимизации настроек системы управления, но так как использование машинного обучения имеет свои риски и ограничения, его следует использовать с осторожностью [27].

Для решения вышеуказанных проблем предлагается метод аварийного управления частотой, основанный на алгоритме с глубоким подкреплением, который учитывает характеристики задержки управляемой нагрузки. В соответствии с различными характеристиками задержки новые ресурсы управляемой нагрузки моделируются и объединяются для формирования процесса аварийного управления, в котором новая управляемая нагрузка классифицируется, а нагрузка с меньшей задержкой управления предпочтительно удаляется, чтобы обеспечить быстрое удаление.

Для обеспечения поддержания противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии. Алгоритм глубокого обучения с подкреплением может быть использован для оптимизации стратегии аварийного управления частотой. Этот алгоритм позволяет моделировать поведение системы в различных ситуациях и выбирать наиболее оптимальную стратегию управления [30].

Наконец, модель алгоритма с глубоким подкреплением обучения используется для оптимизации стратегии аварийного управления частотой, подавления глубины падения частоты в системе, уменьшения отклонения стабильной частоты и максимально возможного снижения затрат на управление.

Для обеспечения устойчивой работоспособности и высокой производительности в процессе противоаварийной устойчивости необходимо выполнить следующие шаги:

- провести анализ рисков и определить возможные аварийные ситуации.
- разработать план действий в аварийных ситуациях, который включает в себя порядок действий персонала, использование систем автоматизации и дистанционного управления, а также взаимодействие с аварийными службами.
- обеспечить надежность и безопасность оборудования и систем, включая системы электроснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.
- организовать обучение и подготовку персонала для работы в аварийных ситуациях.
- поддерживать высокий уровень готовности аварийных служб и оборудования для быстрого реагирования на аварийные ситуации [14].

При анализе стабильности частоты систем частота каждого генератора колеблется вокруг центра инерции системы. Когда система стабильна, частота каждого генератора со временем приближается к частоте центра инерции системы пункта противоаварийной устойчивости.

В реальном управлении, поскольку объем отдельной загрузки новой нагрузки невелик, а нагрузки многочисленны, моделирование только одной нагрузки с характеристиками задержки приведет к слишком большому объему данных о ресурсах, с которыми трудно справиться. Для более удобной оптимизации стратегии, моделируемые управляемые нагрузки

следует агрегировать, то есть градуировать по задержке управления, а управляемые нагрузки одного уровня следует агрегировать.

Различие характеристик задержки управляемых нагрузок влияет на эффект аварийного регулирования частоты, что является одним из важных факторов участия управляемых нагрузок. В отличие от традиционной нагрузки, характеристики распределения во времени и пространстве управляемой нагрузки замедляют скорость ее управления.

Интеллектуальные здания пунктов противоаварийной устойчивости – это комплексные системы, обеспечивающие безопасность и эффективность функционирования зданий и сооружений в различных условиях. ИАПУ предназначены для предотвращения и минимизации последствий аварийных ситуаций, а также для оптимизации работы всех инженерных систем здания.

Новые силовые нагрузки постоянно интегрируются в новые системы, а также имеют сильную управляемость, большой объем и очевидные характеристики распределения во времени и пространстве, которые могут участвовать в управлении аварийной стабилизацией частоты [1].

Основные функции ИАПУ:

- мониторинг и контроль за состоянием систем здания: датчиков, приборов, оборудования и инженерных коммуникаций;
- обработка и анализ данных о состоянии систем и окружающей среды с использованием искусственного интеллекта и машинного обучения для прогнозирования возможных аварийных ситуаций;
- автоматическое управление системами здания для поддержания оптимальных параметров и предотвращения аварийных ситуаций;
- обеспечение безопасности людей: оповещение о возможных авариях, эвакуация, помощь в локализации аварийных зон;
- взаимодействие с внешними службами и структурами для координации действий в аварийных ситуациях и оперативного реагирования на их возникновение;

– анализ и оценка эффективности функционирования системы ИАПУ, а также ее модернизация и адаптация к изменяющимся условиям [19].

Сетевые методы обеспечения противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии предполагают использование ИАПУ, которые активно используются в основных отраслях экономики, как промышленность, транспорт и энергетика. Применение таких систем, позволяет значительно повысить уровень безопасности объектов, снизить затраты на эксплуатацию и обеспечить эффективное управление всеми системами здания [31].

Инвестируя в новые технологии на производстве, компания ПАО «Сургутнефтегаз» повышает уровень безопасности и эффективность своей работы, и следовательно, продолжает активно развиваться. Внедряя системы автоматизированного управления технологическими процессами, позволяет снизить вероятность аварий и повысить эффективность работы оборудования. Также компания ПАО «Сургутнефтегаз» инвестирует в развитие кадрового потенциала, проводя обучение и повышение квалификации сотрудников, что способствует улучшению качества работы и снижению риска возникновения аварийных ситуаций.

Вывод:

На основе проведенного исследования инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости предприятия при авариях, предлагается внедрить программу инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях, включающую машинное обучение для противоаварийной автоматизированной системы управления технологическими процессами

теплогенераторов №1, №2, №3 Сургутского УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз», в которой также будет включено управление нагрузками различных показателей пункта противоаварийной устойчивости.

2.2 Разработка программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях

В целом в работе планируется разработать и внедрить программу инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» (рис. 6).

Для разработки программы внедрения инновационных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости производственных процессов в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз», необходимо провести анализ текущей ситуации и определить потребности в инновациях.

Устройства, реализующие принцип локального управления, в значительной своей части являются автономными.



Рисунок 6 – Целевые ориентиры для формирования резюме проекта внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии

Далее организационный механизм внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии представим при помощи сетевого графика [4] с присвоенными кодами работ (таблица 1).

После агрегации формируется иерархическая совокупная управляемая нагрузка из нескольких шин. Модель также включает в себя местоположение груза, величину нагрузки во время аварии и время задержки управляющего воздействия.

Таблица 1 – Коды работ организационного механизма внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии

Код работы (i, j)	Операция	Описание	Предыдущие операции	Время выполнения, дни	Потребности в персонале на разработку ИТ, чел.
(1,3)	A	Первичная оценка	–	5	3
(2,4)	B	Исследование	–	3	2
(3,5)	C	Разработка технических стандартов	A	2	2
(3,6)	D	Создание требований	A	5	5
(3,7)	E	Подготовка базы технологии	C	3	3
(5,11)	F	Расчет стоимости	D	2	2
(6,8)	G	Испытание	B,E	4	5
(7,9)	H	Выборочный контроль	H	6	4
(9,10)	I	Внедрение	F	2	1
(11,12)	J	Итоговый отчет по эффективности внедрения	G,I	6	2

Сетевой график представлен на рисунке 7. Чтобы равномерно управлять новой управляемой нагрузкой с характеристиками пространственного распределения и задержки при обеспечении противоаварийной устойчивости, процесс управления управляемыми ресурсами должен быть разделен на части восходящей и нисходящей линии, а центр управления и ресурсы управляемой нагрузки должны быть соединены.

Процесс управления управляемыми ресурсами при обеспечении противоаварийной устойчивости начинается с центра управления, включая результаты моделирования агрегации управляемой нагрузки в восходящем направлении, восприятие неисправностей пункта противоаварийной устойчивости и инструкции по управлению нисходящей линией.

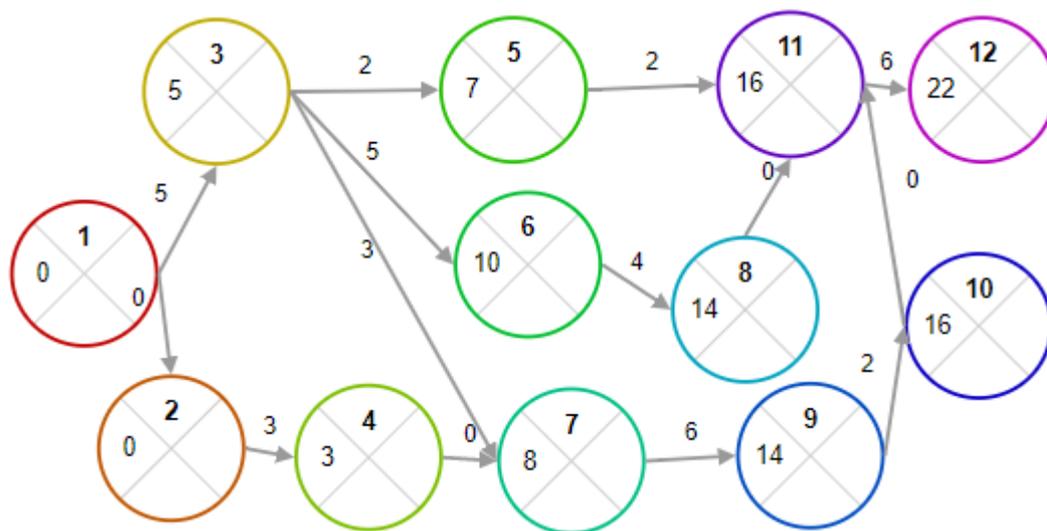


Рисунок 7 – Сетевой график по проекту внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»

С помощью таблицы 2 представлены рассчитанные параметры представленного сетевого графика внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз».

После моделирования новых управляемых нагрузок различных показателей пункта противоаварийной устойчивости с характеристиками задержки результаты моделирования передаются в центр управления.

В соответствии с информацией о ресурсах управляемой нагрузки центр управления обучается в автономном режиме для получения модели управления стабильностью аварийной частоты, которая может адаптироваться к текущему состоянию нагрузки.

Таблица 2 – Сетевая модель внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» по времени

Работа (i,j)	Количество предшествующих работ	Продолжительность t_{ij}	Ранние сроки: начало $t_{ij}^{P.H.}$	Ранние сроки: окончание $t_{ij}^{P.O.}$	Поздние сроки: начало $t_{ij}^{П.Н.}$	Поздние сроки: окончание $t_{ij}^{П.О.}$
(1,2)	0	0	0	0	5	5
(1,3)	0	5	0	5	0	5
(2,4)	1	3	0	3	5	8
(3,5)	1	2	5	7	12	14
(3,6)	1	5	5	10	7	12
(3,7)	1	3	5	8	5	8
(4,7)	1	0	3	3	8	8
(5,11)	1	2	7	9	14	16
(6,8)	1	4	10	14	12	16
(7,9)	2	6	8	14	8	14
(8,11)	1	0	14	14	16	16
(9,10)	1	2	14	16	14	16
(10,11)	1	0	16	16	16	16
(11,12)	3	6	16	22	16	22

Критический путь: (1,3) (3,7) (7,9) (9,10) (10,11) (11,12).

Продолжительность критического пути: 22 дня.

Таким образом, минимальный срок выполнения внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» – 22 дня.

Взаимодействие с другими предприятиями и организациями для обмена опытом и знаниями в области обеспечения противоаварийной устойчивости.

При указанной продолжительности проекта внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» распределение трудовых ресурсов во времени может быть отражено с помощью, следующей линейной диаграммы (рис. 8) и карты проекта (рис. 9).

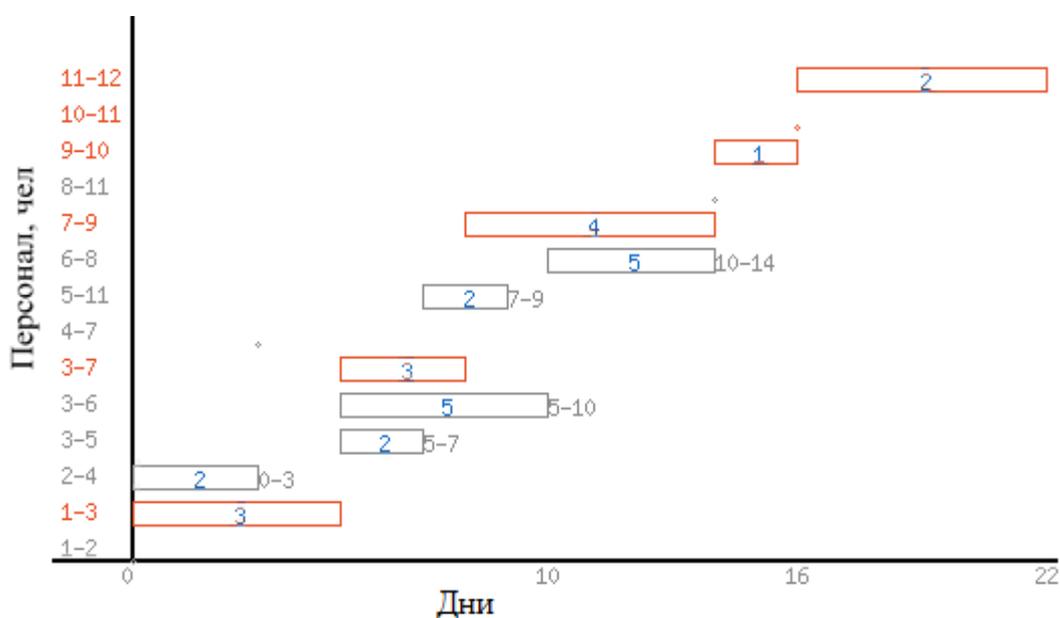


Рисунок 8 – График, изображающий потребность в персонале на любой момент времени до оптимизации внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»

Как видим, согласно рис. 8 и 9 имеется превышение допустимых 9 человек в отдельные периоды времени, следовательно, требуется оптимизация.

Предлагается провести следующую оптимизацию по работам не критического пути.

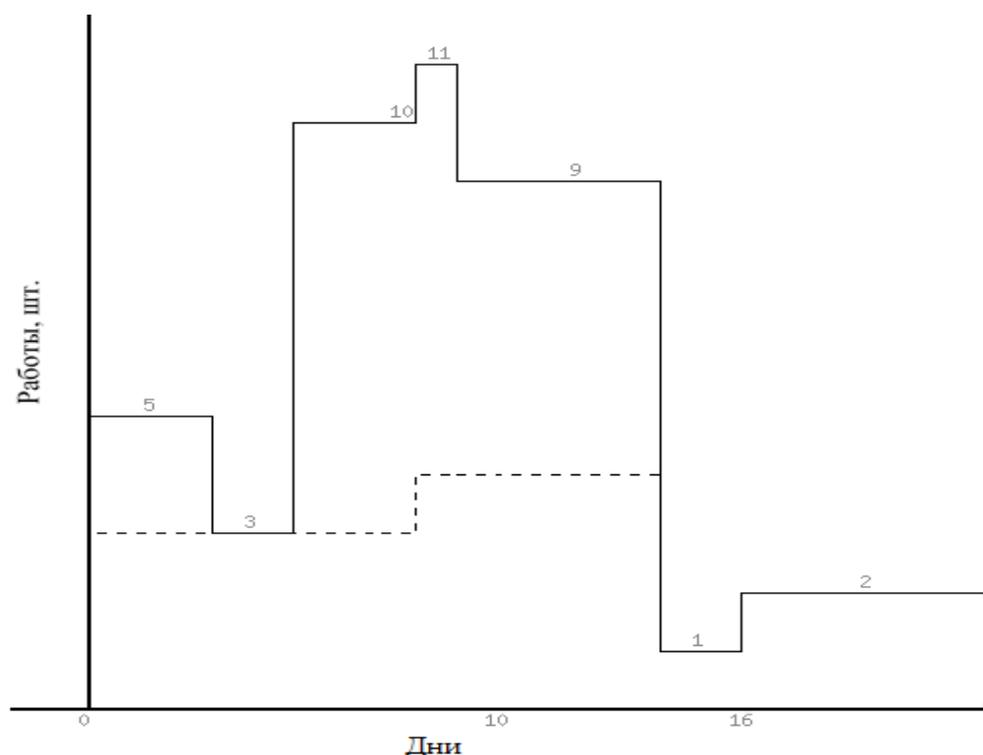


Рисунок 9 – Карта проекта до оптимизации внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»

На рис. 8 критический путь выделен красным. То есть предлагается:

- выполнение работы (6,8) или G сдвинуть на 2 дня;
- выполнение работы (5,11) или F сдвинуть на 7 дней;
- выполнение работы (3,6) или D сдвинуть на 2 дня.

Тогда линейная диаграмма и карта проекта будут выглядеть следующим образом (рис. 10 и 11).

Теперь можно обнаружить, что в любой из периодов времени максимальная задействованная численность трудовых ресурсов при внедрении инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности

работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии – 9 человек.

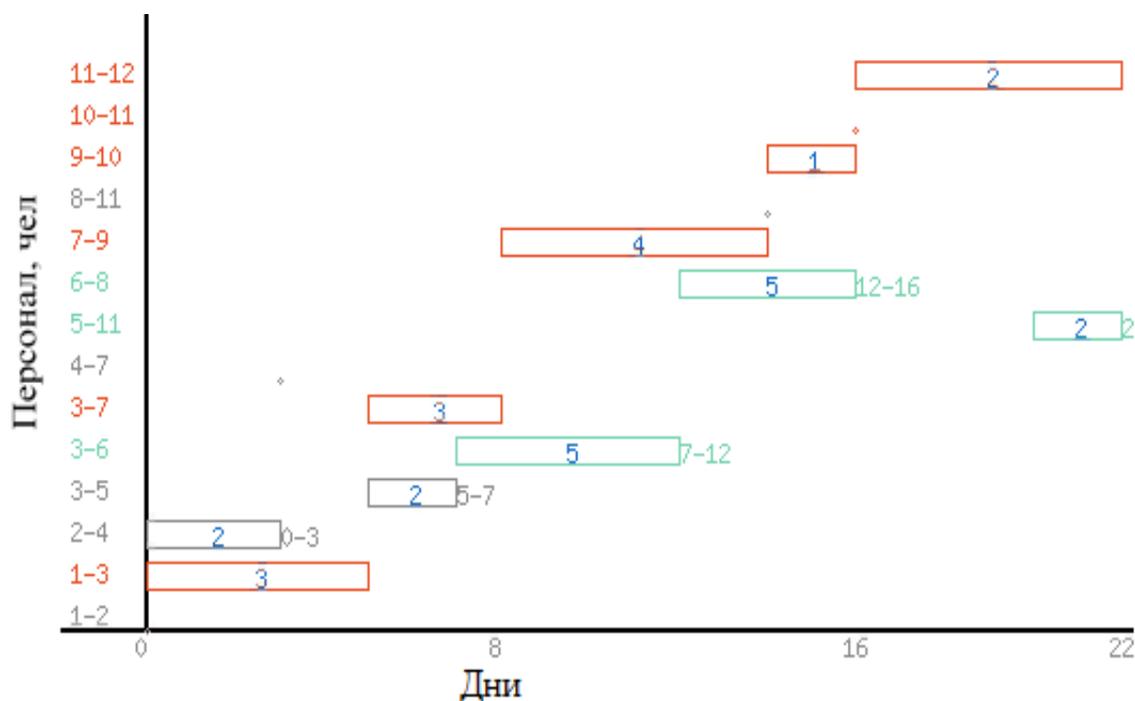


Рисунок 10 – График, изображающий потребности в персонале на любой момент времени после оптимизации внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»

То есть цель достигнута оптимизации внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз».

При этом общий срок выполнения проекта составит 22 дня. Соответственно это 3 недели и 1 день.

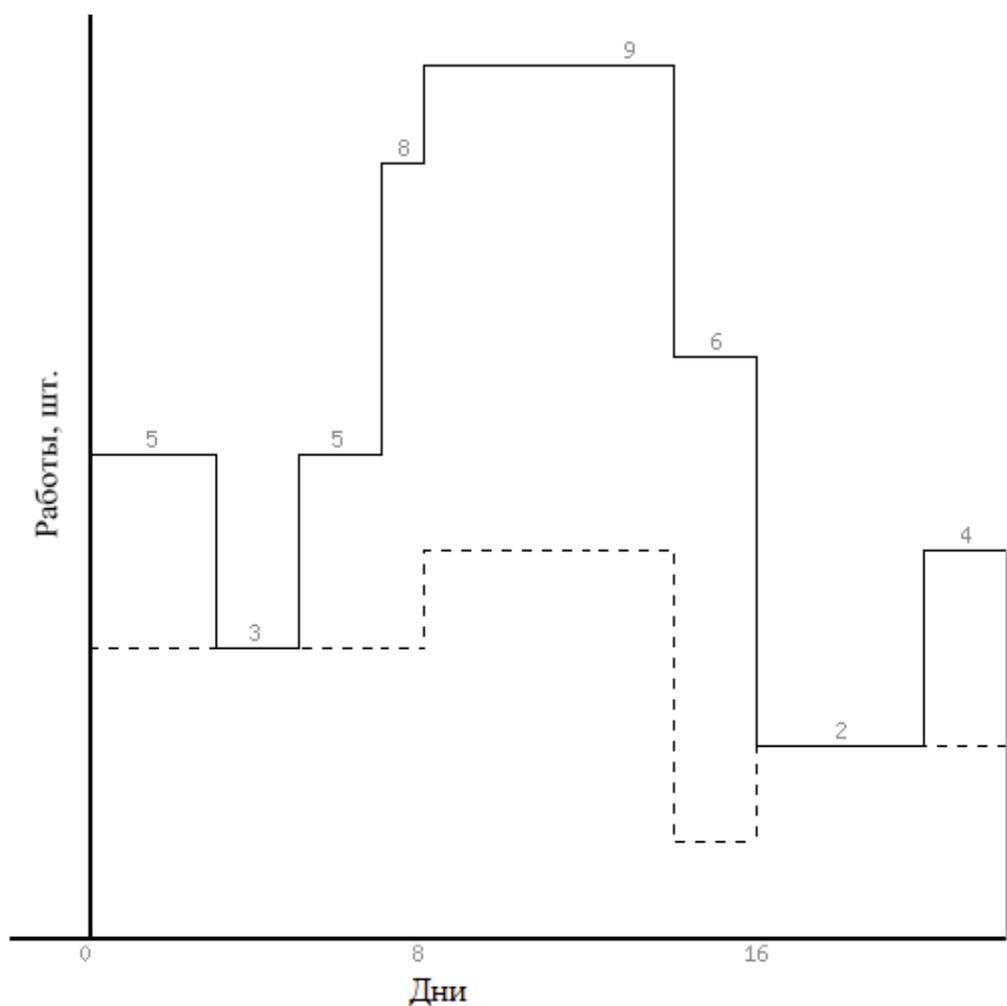


Рисунок 11 – Карта проекта после оптимизации внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»

Оптимизация проведена, общий срок выполнения проекта внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии будет составлять 3 недели и 1 день.

Доказана целесообразность внедрения программного средства с целью улучшения учетной работы внедрения отдельных программ автоматизация учетных процессов в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз».

Риски внедрения [4] инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» могут быть следующими (таблица 3).

Таблица 3 – Риски, которые могут помешать реализации проекта внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»

Риск	Степень влияния	Степень вероятности	Стратегия
1. Экономический или финансовый	Очень высокая	Высокая	1. Уклонение: отказ от цели. 2. Использование возможности.
2. Нормативные или правовые	средняя	Средняя	1. Снижение рискованности. 2. Использование возможности.
3. Кадровые	Очень высокая	Высокая	1. Уклонение: пересмотр цели. 2. Использование возможности.
4. Административно-управленческий	Средняя	Средняя	1. Передача риска. 2. Использование возможности.
5. Форс-мажорные обстоятельства	Высокая	Высокая	1. Уклонение: отказ от части цели и задачи. 2. Использование возможности.

Количественная оценка рисков проведена в таблицах 4-5.

Таблица 4 – Количественная оценка рисков внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»

Метрика риска	Оценка в баллах
Очень высокий	14
Высокий	9
Средний	5
Низкий	2

Таблица 5 – Количественная оценка рисков внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»

Риск	Качественная оценка	Количественная оценка
1. Экономический или финансовый	Высокая	9
2. Нормативные или правовые	Средняя	5
3. Кадровые	Высокая	9
4. Административно-управленческий	Средняя	5
5. Форсмажерные обстоятельства	Высокая	9

Средний балл: 7,4 – высокий уровень.

Экспертная оценка рискованности проекта внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз».

Минимальный срок выполнения данного проекта внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» – 22 дня.

Центр управления отслеживает данные о работе системы в режиме реального времени посредством выявления неисправностей пункта противоаварийной устойчивости. Как только будет обнаружена информация

о неисправности или ненормальном рабочем состоянии электросети, данные о состоянии работы системы, будут помещены в автономную обучающую модель для получения инструкций по управлению сбросом нагрузки.

После этого он передает информацию через модуль доставки команд управления для выдачи управляющих воздействий на ресурсы управляемой нагрузки на стороне спроса. Ресурсы управляемой нагрузки в каждой области завершают реакцию действия по сбросу нагрузки через соответствующие компоненты управления.

Вывод:

На основе анализа можно разработать программу в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз», включающую в себя внедрение новых технологий и оборудования для повышения эффективности и безопасности производственных процессов, улучшение производственных процессов путем оптимизации рабочих мест, использования более эффективных методов работы и материалов, повышение квалификации персонала с помощью обучающих программ и тренингов, направленных на развитие навыков работы с новым оборудованием и технологиями, разработку системы мониторинга и контроля производственных процессов для предотвращения аварийных ситуаций и быстрого реагирования на возникающие проблемы и прочее. Новое аварийное управление, учитывающее ресурсы управляемой нагрузки, заключается в реализации кластерного управления управляемой нагрузкой до традиционного первоначального действия по отключению нагрузки, чтобы избежать отключения всей линии, вызванного традиционным устройством к определенным противоаварийным пунктам системы на предприятии. Следовательно, начальное действие новой управляемой нагрузки должно иметь приоритет над традиционным устройством сброса нагрузки, то есть порог частоты действия управления управляемой нагрузкой должен быть больше традиционного порога частоты начального действия.

3 Опытнo-экспериментальная апробация программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях

3.1 Процедура программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях

Процедура программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» может быть определена следующим образом.

Контроль и мониторинг системы противоаварийного управления на пунктах в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» должен включать в себя следующие этапы:

- регулярное проведение проверок и испытаний оборудования;
- мониторинг параметров работы системы (давление, температура, уровень налива и т.д.);
- контроль за соблюдением правил эксплуатации оборудования;
- анализ данных, полученных от датчиков и приборов, для выявления возможных неисправностей;

- своевременное проведение технического обслуживания и ремонта оборудования;
- обучение персонала работе с системой и правилам безопасности.

Контроль и мониторинг систем противоаварийного управления также являются важными аспектами производственной безопасности в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» [4].

Алгоритм управления аварийной частотой, основанный на глубоком обучении с подкреплением, может эффективно поддерживать баланс между стабильностью частоты системы и стоимостью аварийного управления.

Разработав функцию вознаграждения, модель может изучить эффективную стратегию управления с минимальными затратами на управление.

Конструкция функции вознаграждения обучения с подкреплением должна сочетать в себе априорные знания опыта и автоматический поиск параметров.

Во-первых, априорный опыт решения задачи аварийного управления используется для определения приблизительного диапазона коэффициентов каждой части функции вознаграждения.

Во-вторых, как только определен приблизительный диапазон, модель автоматически выбирается случайным образом в этом диапазоне.

Комбинация выбранных параметров используется для обучения модели, а комбинация с лучшей производительностью выбирается в качестве коэффициента функции вознаграждения.

Системы производственной безопасности играют ключевую роль в обеспечении безопасности на рабочих местах. Они включают в себя различные меры, такие как обучение работников, обеспечение безопасности оборудования, проведение регулярных проверок и инспекций, а также быстрое реагирование на аварийные ситуации.

Алгоритм управления противоаварийными пунктами, позволяет избежать недостатков традиционного метода управления, таких как низкая скорость управления, медленное восстановление частоты и чрезмерное падение частоты.

В то же время по сравнению с другими алгоритмами стратегия, полученная с помощью предложенного алгоритма, более совершенна, а стабильное отклонение частоты меньше.

Дополнительно в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» планируется ввести оценку уровней профессиональных рисков в части охраны труда.

Сформированные матрицы оценки уровней профессиональных рисков в части охраны труда представлены далее.

Внедрение представленных матриц и критериев будет позволять наглядно оценивать уровни профессиональных рисков в части охраны труда.

Чтобы быстро восстановить частоту системы до допустимого диапазона, если значение центра инерции частоты все еще, ниже заданного порога в определенный период до окончания процесса моделирования, можно получить большое значение ущерба от аварии.

Если время не достигает вышеуказанного момента, чтобы поддерживать минимальную частоту системы выше порога и снимает менее контролируемую нагрузку.

Примерная процедура программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» выделена при помощи таблицы 6.

Таблица 6 – Процедура программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»

Этап процедуры программы внедрения	Срок на реализацию этапа процедуры
Анализ текущей ситуации на предприятии и выявление потребностей в инновациях	01.01.2024-15.01.2024
Выбор инновационных решений, которые могут быть внедрены на предприятии	16.01.2024-16.02.2024
Разработка плана внедрения инновационных решений и определение сроков реализации каждого этапа	17.03.2024-17.04.2024
Обучение персонала работе с новыми технологиями и оборудованием	18.04.2024-18.05.2024
Внедрение системы контроля и мониторинга за работой оборудования и производственными процессами	19.05.2024-19.06.2024
Создание системы мотивации для персонала, ответственного за внедрение инновационных решений	20.06.2024-20.07.2024
Проведение регулярных аудитов и оценки эффективности внедрения инноваций	21.07.2024-31.08.2024
Взаимодействие с другими организациями и предприятиями для обмена опытом в области внедрения инноваций	01.09.2024-31.12.2024

В качестве современного способа выработки верного поведения при возникающих опасных ситуациях мировые компании используют VR и AR-технологии [15]. Обучение в данном случае проводится на основе виртуальной или дополненной реальности. После того, как действие выполнено в среде моделирования системы, модель немедленно получает значение вознаграждения для оценки соответствующей группы состояний-действий в этот момент. Для проблем аварийного управления частотой следует назначить большее значение вознаграждения, если выполненное действие стабилизирует частоту системы в пределах допустимого диапазона, удерживает надир переходной частоты системы выше порогового значения и снижает контролируемую нагрузку. Установление обратной связи с сотрудниками в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» в процессе управления противоаварийной устойчивостью пунктов отражено в таблицах 7-10.

Таблица 7 – Матрица оценки уровней профессиональных рисков в части внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях

Тяжесть реализации опасности	Вероятность				
	Очень редко (1)	Редко (2)	Умеренно (3)	Часто (4)	Очень часто (5)
Значительная (2)	Н 2	С 4	С 6	В 8	В 10
Умеренная (1)	Н 1	Н 2	Н 3	С 4	С 5

Таблица 8 – Категории оценки уровней профессиональных рисков в части внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях

Уровень	Тяжесть	Описание
2	Значительная	Реализация опасности со значительной вероятностью приводит к гибели человека
1	Умеренная	Реализация опасности ведет преимущественно или исключительно к травмам

Таблица 9 – Категории вероятности наступления профессиональных рисков в части внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях

Уровень	Частота	Описание		
5	Очень часто	Постоянный или повторяющийся опыт	Событие почти обязательно произойдет	Более 1 раза за последний год

Продолжение таблицы 9

Уровень	Частота	Описание		
4	Часто	Обычное явление	Скорее всего событие произойдет	Произошло 1 раз за последний год
3	Умеренно	Возможно или известно, что это имеет место	Вероятность события около 50%	Произошло 1 раз за последние 3 года
2	Редко	Вряд ли это произойдет при нормальных обстоятельствах	Событие случается редко	Произошло 1 раз за последние 5 лет
1	Очень редко	Не ожидается, но все же возможно	Событие практически никогда не произойдет	Не происходило за последние 5 лет

Таблица 10 – Матрица оценки приемлемости уровней профессиональных рисков в части внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях

Оценка мер управления профессиональными рисками	Оценка 1 Меры управления внедрены. Риск контролируемый	Оценка 2 Меры управления внедрены частично. Риск контролируется слабо	Оценка 3 Меры управления отсутствуют. Риск неконтролируемый
Н 1-3	Приемлемый	Приемлемый	Допустимый
С 4-6	Приемлемый	Допустимый	Неприемлемый
В 8-10	Допустимый	Неприемлемый	Неприемлемый

Задача аварийного управления частотой противоаварийной системы формулируется как процесс, который имеет элементы состояния, действия и вознаграждения. В процессе определенный объект управления воспринимает текущее состояние системы и выполняет действия над средой в соответствии со стратегиями, чтобы изменить состояние среды и получить мгновенную отдачу.

Использование различных гаджетов с целью внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» может включать в себя:

- использование смарт-датчиков (так, смарт-датчики могут использоваться для контроля и мониторинга систем, обеспечивая раннее предупреждение о потенциальных проблемах. Они могут быть интегрированы с другими устройствами и системами для оптимизации работы и предотвращения аварий);
- применение искусственного интеллекта (AI) и машинного обучения (ML) (в силу того, что AI и ML могут использоваться для анализа больших объемов данных, полученных от датчиков, для выявления закономерностей и предупреждения о возможных проблемах);
- интернет вещей (IOT), который может быть полезно для обеспечения противоаварийной устойчивости. Например, IOT может использоваться для удаленного мониторинга и контроля систем, что позволяет быстро реагировать на возникающие проблемы.
- роботизация и автоматизация, в силу того, что роботы и автоматизированные системы могут заменить человеческий труд на опасных или сложных операциях, обеспечивая более высокую безопасность и эффективность работы;
- блокчейн может использоваться для обеспечения безопасности и прозрачности данных, а также для управления доступом к

оборудованию и системам. Это может помочь предотвратить несанкционированный доступ и обеспечить защиту от кибератак.

Таким образом, процесс в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» объединяет пространство состояний, пространство действий и функцию вознаграждения задачи аварийного управления частотой в замкнутое целое. Процесс алгоритма глубокого обучения противоаварийной системы с подкреплением разработан в соответствии с математической моделью задачи. Управление состоянием, пространство действий и функция вознаграждения соответствуют каждой части математической модели аварийного управления.

В деятельности Сургутского УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» с целью улучшения системы управления промышленной безопасности можно рекомендовать также использование различных гаджетов, сравнительный анализ которых представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Использование различных гаджетов с целью внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях

Название утилит	Характеристики					
	Шум	Доступность	Возможность калибровки	Универсальность	Сохранение результатов	Наличие обновлений ПО
Sound Meter	+	+	+	-	+	+
Decibel X PRO	+	-	+	-	+	-
iNVH	+	+	+	-	-	-
Датчики измерительные	+	-	-	+	-	+
Шумомер: Sound Meter	+	+	+	-	+	+
Децибелный счетчик	+	+	-	-	-	-

Фактически, использование различных гаджетов с целью внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем не только меняет процесс фильтрации данных, но и меняет метод обновления параметров. Следовательно, это не только меняет распределение выбранных данных, но и меняет метод обучения противоаварийной устойчивости систем. Механизм противоаварийной устойчивости систем приоритетного воспроизведения чаще извлекает выборки с большей разницей во времени, уменьшает количество выборок, необходимых для оценки сходимости сети, значительно ускоряет скорость сходимости алгоритма и повышает эффективность обучения.

Представленные варианты мероприятий способны улучшить эффективность системы управления промышленной безопасности в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз».

Суть функционирования безопасности труда по предлагаемой системе диагностики, направленной на повышение эффективности системы управления промышленной безопасности в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз», описана далее.

На рисунке 12 представлена схема диагностики процессов внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз».

Предлагается использовать принцип построения иерархической системы противоаварийного управления, которая строится на необходимости сочетать в рамках системы и центральные, и локальные устройства. Иерархическая система противоаварийного управления представляет собой многоуровневую структуру, предназначенную для предотвращения аварийных ситуаций и обеспечения безопасности на промышленных

объектах. Эта система обычно состоит из трех основных уровней: местного, дистанционного и централизованного пунктов при авариях в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» [12].

Ее суть состоит в том, что устанавливает единые требования к диагностике организации безопасности труда в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз», порядок диагностики механизма управления противоаварийной устойчивостью пунктов равномерно фильтрует данные и используется для оценки обучения системы с целью управления противоаварийной устойчивостью пунктов. Однако он не может измерить качество выборок, в результате чего некоторые важные данные не отбираются быстро, что снижает эффективность обучения оценочной системы управления противоаварийной устойчивостью пунктов.



Рисунок 12 – Схема системы диагностики процессов внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»

В целях постоянного повышения уровня эффективности системы управления промышленной безопасности в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» необходимо учитывать, что имеется большой разрыв между выходным значением некоторых данных и целевым значением системы управления противоаварийной устойчивостью пунктов, что затрудняет успешное обучение системы. Поэтому приоритет ее фильтрации следует повысить. Механизм кэширования приоритетного воспроизведения системы управления противоаварийной устойчивостью пунктов определяет вероятность выборки в соответствии с отклонением разницы во времени каждой выборки. Чтобы сделать доступ к выборке более эффективным, алгоритм также вводит структуру для хранения выборки и соответствующего ей приоритета в системе управления противоаварийной устойчивостью пунктов. Наиболее простым и часто используемым подходом к разбивке процедуры программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях на этапы, является выделение трех основных этапов: подготовительного, реализационного, завершающего.

Этап является укрупненным элементом процедуры программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях, в работе необходимо продемонстрировать хронологию реализации проекта в разрезе мероприятий. Этапы и мероприятия реализации процедуры программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности

находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях представлены в таблице 12.

Таблица 12 – План мероприятий реализации процедуры программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях

Наименование мероприятия	Сроки реализации	Ответственные
Подготовительный		
Анализ текущего положения	2024 год	Инженер
Разработка задания на разработку процедуры	2024 год	Инженер
Обоснование проектных решений	2024 год	Инженер
Реализационный		
Подготовка варианта автоматизации инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов	2025 год	Инженер
Внедрение автоматизации	2025 год	Инженер
Выделение проблем внедрения автоматизации инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов	2025 год	Инженер
Завершающий		
Оценка результатов внедрения	2026 год	Директор
Разработка корректирующих мероприятий	2026 год	Инженер
Оптимизация корректирующих мероприятий	2026 год	Инженер

Таким образом, выделены три этапа реализации процедуры программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях: подготовительного, реализационного, завершающего. Представление источников бюджета процедуры программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях в разрезе

задач представлено в таблице 13. Данные расценок на реализацию мероприятий определены экспертным путем, посредством сравнения на выполнение аналогичных мероприятий по другим предприятиям, занимающимся противоаварийной устойчивостью.

Таблица 13 – Представление источников бюджета проекта в разрезе задач процедуры программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях (руб.)

Виды затрат	Финансирование реализации задач проекта	
	Внебюджетные источники	Бюджетные источники (при наличии)
Материально-техническое обеспечение проекта		
Затраты на оборудование	100000	-
Организационное обеспечение проекта		
Затраты на кадровые ресурсы для реализации процедуры	350000	-
Информационное сопровождение проекта		
Проведение автоматизации инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов	700000	-

Непосредственно инженером будут выполняться следующие подготовительные действия (анализ текущего положения, разработка задания на разработку процедуры, обоснование проектных решений), реализационный момент будет включать в себя подготовку варианта автоматизации инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов, внедрение автоматизации, выделение проблем внедрения процедуры в деятельность Сургутского УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз». Завершающий этап будет включать в себя разработку корректирующих мероприятий и оптимизацию

корректирующих мероприятий. Начальник предприятия непосредственно будет проводить оценку результатов внедрения процедуры.

Разработанные мероприятия должны обеспечивать поступательность и непрерывность действия системы промышленной безопасности и включать в себя:

- расстановку приоритетности и количественную формулировку целей организации по промышленной безопасности;
- планирование достижения каждой цели с распределением обязанностей и ответственности, сроками выполнения мероприятий с ясными критериями результативности деятельности для каждого уровня управления;
- определение критериев результативности мероприятий;
- техническую поддержку мероприятий по промышленной безопасности.

Таким образом, примерная процедура программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» будет включать в себя анализ текущей ситуации на предприятии и выявление потребностей в инновациях; выбор инновационных решений, которые могут быть внедрены на предприятии; разработку плана внедрения инновационных решений и определение сроков реализации каждого этапа; обучение персонала работе с новыми технологиями и оборудованием; внедрение системы контроля и мониторинга за работой оборудования и производственными процессами; создание системы мотивации для персонала, ответственного за внедрение инновационных решений; проведение регулярных аудитов и оценки эффективности внедрения

инноваций; взаимодействие с другими предприятиями для обмена опытом в области внедрения инноваций.

3.2 Анализ и оценка эффективности программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях

Анализ и оценка эффективности программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии будут базироваться на сумме предотвращенных возможных аварий в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз».

Структура ущерба от аварий на опасных производственных объектах в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» включает:

- полные финансовые потери предприятия, эксплуатирующего 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.

Для анализа и оценки эффективности программы внедрения инновационных решений необходимо проводить регулярные аудиты и оценку. В ходе аудитов следует проверять [13]:

- соответствие внедренных решений требованиям законодательства и нормативных документов;
- эффективность работы нового оборудования и технологий;
- уровень квалификации персонала, работающего с новыми решениями;
- наличие системы контроля и мониторинга производственных процессов;
- степень удовлетворенности работников новыми решениями и их готовность к изменениям;
- результаты внедрения инновационных решений на предприятии в целом.

По результатам аудитов и оценок можно принимать решения о необходимости корректировки программы внедрения инноваций, а также о продолжении или прекращении использования тех или иных решений.

При оценке ущерба от аварии на опасном производственном объекте в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» 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 [18].

Ущерб от аварий на опасных производственных объектах Сургутского УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»:

$$P_a = P_{п. п.} + P_{сз} + P_{н. в.} + P_{экол} + P_{л. а.} + P_{в. т. р.}, \quad (1)$$

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

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

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

$P_{н. в.}$ – косвенный ущерб, руб.;

$P_{экол}$ – экологический ущерб, руб.;

$P_{л. а.}$ – затраты на локализацию (ликвидацию) и расследование аварии, руб.;

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

1. Прямые потери от аварий:

$$P_{п. п.} = P_{о. ф.} + P_{тм. ц.}, \quad (2)$$

где $P_{о. ф.}$ – потери предприятия в результате уничтожения или повреждения основных фондов, руб.;

$P_{тм. ц.}$ – потери предприятия в результате уничтожения или повреждения товарно-материальных ценностей, руб.;

$P_{им}$ – потери в результате уничтожения или повреждения имущества третьих лиц, руб.

1.1. Потери предприятия от уничтожения или повреждения аварией его основных фондов:

$$P_{о. ф.} = P_{о. ф. у.} + P_{о. ф. п.}, \quad (3)$$

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

$P_{о. ф. п.}$ – потери предприятия, возникшие в результате повреждения основных фондов, руб.

$$P_{о. ф.} = 365000 + 158000 = 523000 \text{ руб.}$$

1.1.1. Потери предприятия в результате уничтожения основных фондов:

$$П_{о. ф. у.} = \sum_{i=1}^n (S_{oi} - (S_{mi} - S_{yi})) \quad (4)$$

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.

$$П_{о. ф. у.} = 425000 - 60000 = 365000 \text{ руб.}$$

1.1.2. Потери предприятия в результате повреждения основных фондов:

$$П_{о. ф. п.} = \sum_{i=1}^n S_{pi}, \quad (5)$$

где n – число видов поврежденных основных фондов;

S_{pi} – стоимость ремонта i -го вида поврежденных основных фондов, руб.

$$П_{о. ф.} = 158000 \text{ руб.}$$

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

$$П_{т. м. ц.} = \sum_{i=1}^n П_{ti} + \sum_{j=1}^m П_{cj}, \quad (6)$$

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

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

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

Π_{Cj} – ущерб, причиненный j -му виду продукции, приобретенной предприятием, а также сырью и полуфабрикатам, руб. [23].

$$\Pi_{\text{т. м. ц.}} = 750000 + 65000 = 815000 \text{ руб.}$$

2. Социально-экономические потери:

$$\Pi_{\text{сз}} = \Pi_{\text{г. п.}} + \Pi_{\text{т. п.}}, \quad (7)$$

где $\Pi_{\text{г. п.}}$ – расходы на компенсации и мероприятия вследствие гибели персонала, руб.;

$\Pi_{\text{т. п.}}$ – расходы на компенсации и мероприятия вследствие производственного травматизма персонала, руб.;

$$\Pi_{\text{сз}} = 210000 + 25000 = 235000 \text{ руб.}$$

2.1. Затраты, связанные с гибелью персонала:

$$\Pi_{\text{г. п.}} = S_{\text{пог}} + S_{\text{п. к.}}, \quad (8)$$

где $S_{\text{пог}}$ – расходы по выплате пособий на погребение погибших, руб.;

$S_{\text{п. к.}}$ – расходы на выплату пособий в случае смерти кормильца, руб.

$$П_{г. п.} = 5000 + 205000 = 210000 \text{ руб.}$$

2.2. Затраты, связанные с травмированием персонала:

$$П_{т. п.} = S_B, \quad (9)$$

где S_B – расходы на выплату пособий по временной нетрудоспособности, руб.

$$П_{т. п.} = 25000 \text{ руб.}$$

3. Косвенный ущерб вследствие аварий:

$$П_{н. в.} = П_{н. п.} + П_{з. п.} + П_{ш} + П_{н. п. т. л.}, \quad (10)$$

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

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

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

$П_{н. п. т. л.}$ – убытки третьих лиц из-за недополученной ими прибыли, руб.

$$П_{н. в.} = 964500 + 33000 = 997500 \text{ руб.}$$

3.1. Зарплата и условно-постоянные расходы предприятия за время простоя:

$$П_{з. п.} = (V_{з. п.} \cdot A + V_{уп}) \cdot T_{пр}, \quad (11)$$

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

A – доля сотрудников, не использованных на работе;

$V_{уп}$ – условно-постоянные расходы, руб/день;

$T_{пр}$ – продолжительность простоя объекта, дни.

$$П_{з.п.} = (500 \cdot 125 + 1800) \cdot 15 = 964500 \text{ руб.}$$

3.2. Недополученная прибыль в результате простоя:

$$П_{н.п.} = \sum_{i=0}^n \Delta Q_i \cdot (S_i - B_i), \quad (12)$$

где n – количество видов недопроизведенного продукта (услуги);

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

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

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

$$П_{н.п.} = \sum_{i=0}^n 125 \cdot (500 - 236) = 33000 \text{ руб.}$$

4. Экологический ущерб:

$$П_{экол} = Э_a + Э_в + Э_п + Э_б + Э_о, \quad (13)$$

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

$Э_в$ – ущерб от загрязнения водных ресурсов;

$Э_п$ – ущерб от загрязнения почвы;

$Э_б$ – ущерб, связанный с уничтожением биологических ресурсов, в том числе лесных массивов;

\mathcal{E}_0 – ущерб от засорения или повреждения территории обломками, осколками зданий, сооружений, оборудования.

$$P_{\text{экол}} = 63000 + 785000 + 14000 = 862000 \text{ руб.}$$

5. Затраты на локализацию или ликвидацию и расследование аварии:

$$P_{\text{л. а.}} = P_{\text{л}} + P_{\text{р}}, \quad (14)$$

где $P_{\text{л}}$ – расходы, связанные с локализацией и ликвидацией последствий аварии, руб.;

$P_{\text{р}}$ – расходы на расследование аварии, руб.

$$P_{\text{л. а.}} = 112000 + 74000 = 186000 \text{ руб.}$$

Таблица 14 – Сводная форма оценки ущерба от возможной аварии в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» (если не внедрять предлагаемые мероприятия)

Вид ущерба	Сумма, руб.
Прямой ущерб	523000
Потери предприятия в результате уничтожения основных фондов	365000
Потери предприятия в результате повреждения основных фондов	158000
Потери предприятия в результате уничтожения или повреждения аварией товарно-материальных ценностей	815000
Социально-экономические потери	235000
Затраты, связанные с гибелью персонала	210000
Затраты, связанные с травмированием персонала	25000
Косвенный ущерб в следствие аварий	997500
Часть доходов, недополученных предприятием в результате простоя	0
Зарплата и условно-постоянные расходы предприятия за время простоя	964500
Недополученная прибыль в результате простоя	33000
Экологический ущерб	862000
Затраты на локализацию или ликвидацию и расследование аварии	186000
Ущерб от аварии, всего	3618500

6. Годовой экономический эффект от проведения мероприятий по обеспечению промышленной безопасности:

$$\mathcal{E} = \Pi_a - \mathcal{Z}, \quad (15)$$

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

Π_a – ущерб от аварий на опасных производственных объектах, руб.

7. Приведенные затраты в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»:

$$\mathcal{Z} = \mathcal{C} + E_n \cdot K, \quad (16)$$

где \mathcal{C} – текущие расходы на эксплуатацию сооружения, устройства оборудования, руб.;

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений;

K – инвестиции на реализацию мероприятий по обеспечению промышленной безопасности, руб.

8. Общая (абсолютная) экономическая эффективность приведенных затрат в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»:

$$\mathcal{E}_s = \mathcal{E} / \mathcal{Z}. \quad (17)$$

9. Общая (абсолютная) экономическая эффективность инвестиций на реализацию мероприятий по обеспечению промышленной безопасности в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»:

$$\mathcal{E}_k = (\mathcal{E} - \mathcal{C}) / K. \quad (18)$$

10. Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий по обеспечению промышленной безопасности в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз»:

$$T_{\text{ед}} = Z / \text{Э}, \quad (19)$$

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

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

Э – годовой экономический эффект от проведения мероприятий по обеспечению промышленной безопасности, руб.

Таблица 15 – Эффективность мероприятий по предотвращению техногенных аварий в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» в результате реализации программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии

Показатель эффективности	Сумма, руб.
Годовой экономический эффект от проведения мероприятий по обеспечению промышленной безопасности	$3618500 - 495000 = 3123500$
Приведенные затраты	$145000 + 0,5 * 700000 = 495000$
Общая (абсолютная) экономическая эффективность приведенных затрат	$3123500 / 495000 = 6,31$
Общая (абсолютная) экономическая эффективность инвестиций на реализацию мероприятий по обеспечению промышленной безопасности	$(3123500 - 145000) / 495000 = 6,02$
Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий по обеспечению промышленной безопасности	$495000 / 3123500 = 0,16$

Годовой экономический эффект от проведения мероприятий по обеспечению промышленной безопасности составляет 3123500 руб., таким образом, расчеты подтверждают, что экономически целесообразно

внедрять программу внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз».

Кроме того, для расчета показателей экономической эффективности предлагаемых мероприятий необходимо также составить план финансового обеспечения и смету. Образцы представлены в таблице 16 и 17.

Таблица 16 – План финансового обеспечения мероприятия

Наименование мероприятия	Основание	Стоимость, руб.	Срок реализации	Ответственный
Внедрение инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях	План мероприятий по улучшению условий труда на 2024 г.	1150000	4 кв. 2024 г.	Главный инженер

Таблица 17 – Смета расходов на мероприятие

Наименование рабочей зоны	Итого
Стоимость оборудования, руб.	100000
Стоимость проектирования, руб.	350000
Стоимость монтажных работ, руб.	700000
Итоговая стоимость оснащения, руб.	1150000

Далее необходимо выполнить расчеты оценки эффективности предлагаемых к реализации мероприятий. Оценку эффективности мероприятия целесообразно проводить на этапе планирования. Основным инструментом, который поможет организации ответить на вопрос целесообразно ли проведения мероприятия и принять правильное решение, является расчет экономического эффекта.

Экономический эффект от реализации мероприятия – это конечный результат, который возникает после реализации мероприятий и приводит к улучшению безопасности в организации либо позволяет минимизировать возможный ущерб. Экономический эффект измеряется разностью между денежным доходом от реализации мероприятия (предотвращенный ущербом) и денежными расходами на осуществление мероприятия:

$$\mathcal{E}_r = Y - Z \quad \text{или} \quad \mathcal{E}_r = \Pi - Z, \quad (20)$$

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

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

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

Z – затраты на реализацию мероприятия, руб.

Основной целью расчета экономического эффекта является определение эффективности.

Эффективность – одна из характеристик качества мероприятия, которая отражает соотношение затрат и результатов внедрения с экономической точки зрения. То есть это характеристика, которая отвечает на вопрос, стоит, реализовывать мероприятие или нет, повлияет ли оно позитивно на обеспечение безопасности в организации:

$$\mathcal{E} = \Pi / Z \quad \text{или} \quad \mathcal{E} = Y / Z \quad (21)$$

где \mathcal{E} – экономическая эффективность мероприятия.

Показатели, используемые для расчетов, целесообразно оформлять в виде таблицы с исходными данными, образец представлен ниже.

Таблица 18 – Исходные данные для расчета эффективности

Наименование показателя	Усл. обозн.	Ед. измер.	Данные	
			Базовый вариант	Проектный вариант
Годовая среднесписочная численность работников	ССЧ	чел.	1525	1525
Число пострадавших от несчастных случаев на производстве	\mathcal{C}_{nc}	чел.	125	0
Количество дней нетрудоспособности в связи с несчастными случаями	\mathcal{D}_{nc}	дн	15	0
Число пострадавших от несчастных случаев на производстве	\mathcal{C}_{nc}	чел.	125	0
Ставка рабочего	$\mathcal{T}_{чс}$	руб/ч	1550	150
Коэффициент доплат	$k_{допл.}$	%		20
Продолжительность рабочей смены	\mathcal{T}	ч	8	8
Количество рабочих смен	\mathcal{S}	шт	292	292
Коэффициент материальных затрат в связи с несчастным случаем	μ		1,2	0
Единовременные затраты	$\mathcal{Z}_{ед}$	руб.	-	1150000

Чистый экономический эффект (чистый доход) представляет собой (другие названия - ЧД, NetValue, NV) сальдо денежного потока за расчетный период, а именно превышение стоимостных оценок конечных экономических результатов над совокупными затратами трудовых, материальных, финансовых и прочих ресурсов за расчётный период и рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{ЧЭЭ} = \sum \mathcal{Э}_t - \mathcal{Z}_t, \quad (22)$$

где $\mathcal{Э}_t$ – результаты (эффекты, предотвращенный ущерб), достигнутые на t-ом шаге расчета;

\mathcal{Z}_t – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения.

Чистый дисконтированный доход ЧДД (другие названия – ЧДД, интегральный эффект, NetPresentValue, NPV), это накопленный дисконтированный эффект за расчетный период:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (\text{Э}_t - \text{З}_t + \text{А}_t) \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (23)$$

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

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

А_t – амортизационные отчисления, осуществляемые на этом шаге;

T – горизонт расчета; E – норма дисконта.

Чем больше ЧДД, тем эффективнее проект. При отрицательном значении ЧДД проект неэффективен.

Срок окупаемости – минимальный временной интервал (от начала осуществления мероприятия), за пределами которого ЧДД становится и в дальнейшем остается положительным:

$$T_{\text{ок}} = T - \frac{\text{ЧДД}_T}{\text{ЧДД}_{T+1} - \text{ЧДД}_T}, \quad (24)$$

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

ЧДД_T – последнее отрицательное значение чистого дисконтированного дохода в период времени T ;

ЧДД_{T+1} – первое положительное значение чистого дисконтированного дохода.

Индекс доходности ИД, или индекс рентабельности капитальных вложений, рассчитывается как:

$$ИД = \frac{\sum_{t=0}^T (\Delta_t + A_t)(1+E)^{T-t}}{\sum_{t=0}^T K_t(1+E)^{T-t}}, \quad (25)$$

Если ИД < 1, то программа мероприятий в пределах горизонта планирования не окупается, и соответственно, проект отвергается.

Пример расчета ЧЭЭ, ЧДД и срока окупаемости мероприятия представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Интегральные показатели эффективности мероприятия

Наименование показателей	Значение показателей по годам, тыс. д. е.				
	1	2	3	4	5
Капитальные вложения	1150000	-	-	-	-
Ежегодные затраты	-	145000	145000	145000	145000
Амортизация	-	287500	287500	287500	287500
Эффект	-	3123500	-	-	-
Эффект	-	3123500	-	-	-
ЧЭЭ	-	2978500	-145000	-145000	-145000
	1150000				
Коэффициент дисконтирования	0,909	0,826	0,751	0,683	0,620
ЧДД с нарастающим итогом	-	1310241	1201346	1102311	1012411
	1150000				
Ток	-	-	2,12	-	-
Дисконтированные капитальные вложения	-	-	-	-	-
	1150000				
Дисконтированный доход	-	2460241	-108895	-99035	-89900
Индекс доходности			1,88		

По результатам расчетов можно сделать выводы об эффективности предлагаемого решения:

- величина чистого экономического эффекта за время реализации проекта составляет 1012411 руб., что больше 0, имеет положительное значение, то есть проект экономически целесообразен для внедрения;
- индекс доходности имеет значение больше 1 (1,88), что тоже показывает на экономическую эффективность вложений в проект.

Таким образом, расчеты подтверждают положительный экономический эффект и позволяют сделать следующие выводы:

- примерная процедура программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии будет включать в себя выявление аварийной ситуации, требующей противоаварийного управления, дозировку управляющих воздействий и их реализации с помощью тех или иных средств и устройств противоаварийного управления. Каждое устройство представляет собой совокупность технических средств, включая средства управления, и предназначено для решения определенной задачи противоаварийного управления;
- сравнительный анализ технических и эксплуатационных характеристик технологий, методов, средств по применимости и использованию в решении задач магистерской диссертации показал, что устойчивость пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях по состоянию ее сетевого построения оценивается возможностями сети адаптироваться к изменению условий функционирования в результате воздействия внешних дестабилизирующих факторов. Устройства управления, которые рекомендуется использовать с целью обеспечения безопасности процессов на предприятии, должны использоваться на каждом рубеже, в общей структуре противоаварийного управления с целью резервирования устройства предыдущего рубежа на случай их отказа, а также недостаточности управляющих воздействий из-за неправильной дозировки или при возникновении нерасчетной аварийной ситуации. Это

резервирование будет осуществляться по факту изменения характера переходного процесса (например, возникновения асинхронного хода, снижения частоты), а также при решении задач в пределах каждого рубежа;

– обнаружена высокая эффективность от разработки и внедрения мероприятий с целью предотвращения техногенных аварий в силу того, что затраты на их проведение на предприятии несопоставимо малы по сравнению с возможными ущербами в случае их возникновения. Результат получился положительным, таким образом, расчеты подтверждают, что экономически целесообразно внедрять программу внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии.

Заключение

В данной магистерской диссертации была поставлена цель исследования: проанализировать и определить противоаварийную устойчивость систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников, достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии, с последующей разработкой предложений по улучшению промышленной и производственной безопасности (на примере опасных производственных объектов одного из структурных подразделений ПАО «Сургутнефтегаз», предприятия Сургутского УТТ №3).

Для решения поставленной цели был произведен анализ организации промышленной безопасности в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» и разработаны организационные и инженерные решения по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии.

В результате чего был сделан вывод, что на основе произведенного анализа промышленной безопасности, можно разработать программу в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз», включающую в себя внедрение новых технологий и оборудования для повышения эффективности и безопасности, в том числе инновационных систем и решений, включая интеллектуальные системы для решения определенных задач противоаварийного управления.

Сравнительный анализ технических и эксплуатационных характеристик технологий, методов, средств по применимости и использованию в решении задач магистерской диссертации показал, что устойчивость пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности

управления процессами при авариях по состоянию ее сетевого построения оценивается возможностями сети адаптироваться к изменению условий функционирования, в результате воздействия внешних дестабилизирующих факторов. Устройства управления, которые рекомендуется использовать с целью обеспечения безопасности процессов в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз», должны использовать метод целевого управления противоаварийной устойчивостью пунктов, то есть устанавливать независимые модели связей в системе: целевую сеть и сеть оценки, которые имеют одинаковую структуру, но разные параметры. Сеть оценки управления противоаварийной устойчивостью пунктов постоянно изучает новые образцы для обновления параметров, что происходит быстро, в то время как параметры целевой сети управления противоаварийной устойчивостью пунктов периодически обновляются за счет параметров сети оценки репликации, что происходит медленно. Этот метод может эффективно повысить стабильность обучения алгоритма управления противоаварийной устойчивостью пунктов.

Определено, что минимальный срок проекта внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» составит 22 дня, а максимальная задействованная численность трудовых ресурсов при внедрении – 9 человек.

При расчете оценки эффективности программы внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости пунктов и систем управления производственными процессами, безопасности находящихся в них работников и возможности управления процессами при авариях

подтверждена экономическая эффективность от разработки и внедрения мероприятий с целью предотвращения техногенных аварий. Затраты на проведение мероприятий в Сургутском УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз» несопоставимо малы по сравнению с возможными ущербами от аварий на опасном производственном объекте в случае их возникновения. Результат получился положительным, таким образом, расчеты подтверждают, что экономически целесообразно внедрять программу внедрения инновационных организационных и инженерных решений по обеспечению противоаварийной устойчивости систем, а также пунктов управления ряда производственных процессов для обеспечения безопасности работников и достижения оптимальных способов управления аварийными ситуациями на предприятии Сургутского УТТ №3 ПАО «Сургутнефтегаз».

Список используемых источников

1. Антипова Л. В., Бажина Т. П. Мероприятия по улучшению условий труда при работе в условиях повышенной запыленности // В сборнике : Воздействие научно-технической революции на характер связи науки с производством. Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2018. С. 4-6.

2. Баранов Ю.В. Улучшение условий и охраны труда, как необходимое условие роста производительности труда // В сборнике : Социально-экономические проблемы и перспективы развития трудовых отношений в инновационной экономике. Материалы международной научно-практической конференции. 2017. С. 59-61.

3. Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность). М.: Юрайт, 2023. 350 с.

4. Белозерова К. А. Скрытые основания проведения специальной аттестации рабочих мест как факторы снижения уровня безопасности условий труда работников // Кадровик. 2020. № 6. С. 44-49.

5. Беляков Г. И. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда в 3 т. Том 1 : учебник для вузов. М. : Издательство Юрайт, 2020. 360 с.

6. Беляков Г. И. Охрана труда и техника безопасности : учебник для прикладного бакалавриата. Люберцы : Юрайт, 2016. 404 с.

7. Беляков С. А. Анализ экономического стимулирования опасных условий труда лиц, проработавших в условиях повышенного риска // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2016. № 1 (21). С. 297-301.

8. Гордиенко О. Н. Специальная аттестация рабочих мест: гарантии реализации права работника на безопасные условия труда // В сборнике: Право и проблемы функционирования современного государства. Сборник материалов XXVI Международной научно-практической конференции. 2017. С. 31-34.

9. Горина Л. Н. Производственная практика «научно-исследовательская работа» по направлению подготовки магистров «Техносферная безопасность», учеб.-методическое пособие. Тольятти : Изд-во ТГУ. 2019. 33 с.

10. Гусакова Н. В. Техносферная безопасность : физико-химические процессы в техносфере. М. : ИНФРА-М, 2022. 185 с.

11. Домнич В. Л. Определение обобщенного коэффициента безопасности условий труда на предприятии в зависимости от классов условий труда // В сборнике: Техносферная Безопасность. Материалы Пятой Всероссийской молодежной научно-технической конференции с международным участием. Минобрнауки России, ОмГТУ, каф. «Безопасность жизнедеятельности» : НАЦОТ ; ПАО «СВК ВДНХ» ; [редкол.: В. С. Сердюк (отв. ред.) и др.], 2018. С. 165-167.

12. Ефремова В. Н. Особенности условий и охраны труда в современных условиях // В сборнике: Фундаментальные и прикладные разработки естественных и гуманитарных наук: современные концепции, последние тенденции развития. Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции. В 4-х частях. 2018. С. 247-250.

13. Ефремова О. С. Охрана труда от «А» до «Я». М. : Альфа-Пресс, 2016. 504 с.

14. Карнаух Н. Н. Охрана труда : учебник для вузов. М. : Издательство Юрайт, 2020. 380 с.

15. Медведев В. Т. Охрана труда и промышленная экология : учебник. М. : Academia, 2019. 464 с.

16. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.230-2007 «Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования» (введен в действие приказом Ростехрегулирования от 10 июля 2007 г. №169-ст) [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_135558/ (дата обращения: 18.01.2024).

17. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.230-2015 «Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Руководство по применению ГОСТ 12.0.230-2007» (введен в действие приказом Росстандарта от 09 июня 2016 г. №601-ст) [Электронный ресурс]. URL: [https:// www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_205145/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_205145/) (дата обращения: 28.01.2024).

18. МещакOVA Н. М., Дьякович М. Р., Шаяхметов S. F. Условия труда и формирование рисков нарушения здоровья у работников нефтехимической промышленности, занятых в производстве метанола и его производных // Медицина труда и промышленная экология. 2019. Т. 59. № 5. С. 266-271.

19. Муртазова М. А., Бозиева Ю. Г. Порядок и условия проведения процедуры СОУТ (Специальной Аттестации рабочих мест) // В сборнике : Тенденции Развития Науки и Образования. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 2-х частях. 2016. С. 129-131.

20. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля» (утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2012 г. № 1971-ст) [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/70625106/> (дата обращения: 27.01.2024).

21. Об утверждении норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления [Электронный ресурс] : приказ Ростехнадзора от 15 декабря 2020 г. №531 (Зарегистрировано в Минюсте России 31.12.2020 № 61998).URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373425/ (дата обращения: 18.01.2024).

22. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21 июля 1997 г.

№ 116-ФЗ (ред. от 14.11.2023). URL:
https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/6e24082b0e98e57a0d005f9c20016b1393e16380/ (дата обращения: 10.01.2024).

23. Патент SU 807445 A1 Устройство противоаварийной автоматики для сохранения устойчивости параллельной работы разветвленных энергосистем.

24. Титова Г. Н. Охрана труда. Практические интерактивные занятия: учебное пособие. СПб. : Лань, 2019. 280 с.

25. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 25.12.2023) (с изменениями и дополнениями, вступивших в силу с 01.01.2024). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 10.01.2024).

26. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением» [Электронный ресурс] : Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 №536 (Зарегистрировано в Минюсте России 31.12.2020 № 61998). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_373204/ (дата обращения: 18.01.2024).

27. Фролов А. Управление техносферной безопасностью. М. : КноРус, 2020. 262 с.

28. Ensuring Workplace Safety: PLCs in Industrial Safety Systems. URL: <https://fastercapital.com/content/Ensuring-Workplace-Safety--PLCs-in-Industrial-Safety-Systems.html> (дата обращения 09.04.2024).

29. Mrugalska B. Process safety control for occupational accident prevention. URL:https://www.researchgate.net/publication/272700325_Process_safety_control_for_occupational_accident_prevention (дата обращения 09.04.2024).

30. Process Safety Incidents : Causes, Consequences, and Lessons Learned. URL: <https://synergenog.com/process-safety-incidents/> (дата обращения 09.04.2024).

31. Process Safety Management (PSM) and Process Safety. URL: <https://whatispiping.com/process-safety-management/> (дата обращения 09.04.2024).

32. Process Safety Management (PSM). URL: <https://www.safeworldhse.com/2020/01/process-safety-management.html> (дата обращения 09.04.2024).