

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)

Департамент магистратуры

(наименование)

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 «Исследование и анализ производственной безопасности при
эксплуатации опасных производственных объектов магистральных
трубопроводов (на примере АО «Оренбургнефть» РИТЦ – 2, ЦДНГ - 9)»

Студент

Д.В. Маркина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

докт. пед. наук, профессор, Л. Н. Горина

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

Тольятти 2021

Содержание

Введение.....	3
Термины и определения	7
Перечень сокращений и обозначений.....	8
1 Исследование основных показателей и мероприятий по обеспечению производственной безопасности на объектах нефтегазовой отрасли	9
1.1 Нормативно-правовое обеспечение производственной безопасности на объектах нефтегазовой отрасли.....	9
1.2 Исследование показателей и мероприятий по обеспечению промышленной безопасности на объектах нефтегазовой отрасли	17
2 Анализ производственной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов магистральных трубопроводов на примере АО «Оренбургнефть» РИТЦ – 2, ЦДНГ - 9.....	25
2.1 Характеристика объектов эксплуатации и обслуживания магистральных трубопроводов АО «Оренбургнефть» РИТЦ – 2, ЦДНГ – 9.	25
2.2 Анализ соблюдения производственной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов магистральных трубопроводов на примере АО «Оренбургнефть» РИТЦ – 2, ЦДНГ - 9	34
3 Предложения по обеспечению производственной безопасности объектов магистральных трубопроводов «Оренбургнефть» РИТЦ – 2, ЦДНГ - 9	42
3.1 Патентно-информационный анализ мероприятий по обеспечению промышленной безопасности	42
3.2 Разработка предложений по обеспечению производственной безопасности объектов магистральных трубопроводов	47
Заключение	67
Список используемых источников.....	69

Введение

Актуальность и научная значимость исследования обоснованы высокими требованиями в области обеспечения производственной и промышленной безопасности при эксплуатации магистральных трубопроводов, необходимостью постоянного отслеживания выполнения нормативных, законодательных и технических документов, а также контролем состояния магистральных трубопроводов.

В связи с этим, тема магистерской диссертации «Исследование и анализ производственной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов магистральных трубопроводов (на примере АО «Оренбургнефть» РИТЦ – 2, ЦДНГ - 9) актуальна.

Научная значимость исследования основывается на анализе факторов, влияющих на безопасность эксплуатации магистральных трубопроводов (на примере АО «Оренбургнефть» РИТЦ – 2, ЦДНГ - 9).

Объектом исследования является процесс проведения исследования и анализа производственной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов магистральных трубопроводов.

Предмет исследования - эксплуатируемый магистральный трубопровод и функционирование систем и служб обеспечения работы магистральных трубопроводов в рамках требуемых параметров.

Цель исследования – разработка предложений, обеспечивающих производственную безопасность при эксплуатации опасных производственных объектов магистральных трубопроводов.

Гипотеза исследования состоит в том, что для обеспечения безопасного производственного процесса эксплуатации магистральных трубопроводов, как опасных производственных объектов необходим постоянный контроль и своевременный ремонт. Гипотеза будет достигнута, если:

- будет проведен анализ нормативной, законодательной и технической документации в области обеспечения производственной безопасности при эксплуатации магистральных трубопроводов;
- будет проанализирована работа служб и производственных участков нефтегазовых организаций, деятельность которых позволяет бесперебойно функционировать всей системе и оборудованию опасного производственного объекта;
- будут разработаны предложения по обеспечению производственной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов магистральных трубопроводов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ нормативной, законодательной и технической документации в области обеспечения производственной безопасности при эксплуатации магистральных трубопроводов.
- рассмотреть функционирование служб и производственных участков, длительность которых позволяет бесперебойно функционировать всей системе и оборудованию опасного производственного объекта.
- предложить методы и способы обеспечения производственной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов магистральных трубопроводов.

Теоретико-методологическую основу исследования составили труды российских ученых, практиков в области обеспечения производственной безопасности предприятий, эксплуатирующих магистральные трубопроводы.

Базовыми для настоящего исследования также являются нормативные правовые документы по вопросам эксплуатации, ремонта и модернизации опасных производственных объектов рассматриваемой отрасли.

Методы исследования: дедукция, синтез, описание, сравнение, анализ, классификация, структуризация, моделирование

Опытно-экспериментальная база исследования и предложения будут проводиться на базе АО «Оренбургнефть» РИТЦ – 2, ЦДНГ - 9.

Научная новизна исследования заключается в разработке предложений по усовершенствованию системы обеспечения безопасности эксплуатации опасных производственных объектов магистральных трубопроводов.

Теоретическая значимость исследования заключается в уточнении и обобщении имеющихся теоретических подходов, определении и классификации методов и способов обеспечения производственной безопасности опасного производственного объекта.

Практическая значимость исследования даст возможность дальнейшего использования результатов диссертационного исследования, внедрения предложенной методики контроля производственной безопасности опасного производственного объекта.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивались:

- разнообразием привлеченных источников нормативной законодательной документацией и научно-исследовательских работ в области обеспечения производственной безопасности при эксплуатации объектов магистральных трубопроводов;
- применением комплекса методов научно-практических исследований, адекватных цели и поставленным задачам диссертации;
- планомерностью и этапами работы, апробацией и внедрения основных положений исследования в практику деятельности базы исследования.

Личное участие автора в проведении исследования методов и способов обеспечения производственной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов магистральных трубопроводов.

Апробация и внедрение результатов работы. Результаты исследования опубликованы в сборнике Международной научно-практической

конференции «Новая наука: история становления, современное состояние, перспективы развития» – Уфа: НИЦ «Аэтерна», Уфа, 25.12.2020 г.

На защиту выносятся:

- исследование основных показателей и мероприятий по обеспечению производственной безопасности на объектах нефтегазовой отрасли.
- анализ производственной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов магистральных трубопроводов на примере АО «Оренбургнефть» РИТЦ – 2, ЦДНГ - 9.
- разработка предложений по обеспечению производственной безопасности объектов магистральных трубопроводов «Оренбургнефть» РИТЦ – 2, ЦДНГ - 9.

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, 3 глав, заключения, содержит 7 рисунков, 8 таблиц, 39 источников использованной литературы. Основной текст работы изложен на 75 страницах.

Термины и определения

В настоящей магистерской диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Производственная безопасность – система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности.

Опасный производственный объект – производственный объект, при эксплуатации которого высок риск аварий или иных инцидентов (аварийные ситуации).

Магистральный трубопровод – трубопроводы и отводы от них диаметром до 1420 мм включительно с избыточным давлением среды свыше 1,18 МПа (12 кгс/см²) до 15 МПа (153 кгс/см²), предназначенные для транспортирования углеводородов от места производства к месту потребления.

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей магистерской диссертации применяют следующие сокращения и обозначения:

НИР – научно-исследовательская работа;

ТГУ – Тольяттинский государственный университет;

РФ - Российская Федерация;

МТ – магистральный трубопровод;

РИТС – регионально-инженерная техническая служба;

ЦДНГ – цех добычи нефти и газа;

ОПО – опасный производственный объект;

ЛЧ – линейная часть;

АО – акционерное общество;

МТ – магистральный трубопровод;

ПТ – промышленный трубопровод;

РИТС – регионально-инженерная техническая служба;

ЦДНГ – цех добычи нефти и газа;

ОПО – опасный производственный объект;

НПС – насосная перекачивающая станция;

КС – компрессорная станция;

ГРС – газораспределительная станция;

СОГ – станция охлаждения газа;

УРГ – узел редуцирования газа;

СОД – средство очистки и диагностики;

РП – резервуарный парк;

ПБОТОС – промышленная безопасность, охрана труда и окружающей среды, пожарной безопасности, предупреждению и реагированию на чрезвычайные ситуации.

1 Исследование основных показателей и мероприятий по обеспечению производственной безопасности на объектах нефтегазовой отрасли

1.1 Нормативно-правовое обеспечение производственной безопасности на объектах нефтегазовой отрасли

В данном подразделе рассмотрен перечень нормативных и законодательных документов, регламентирующих процессы, рассматриваемые в рамках магистерской диссертации, и перечень научных исследований, как теоретических, так и экспериментальных.

Одним из основных законодательных документов в области промышленной безопасности, в том числе и для организаций нефтегазового комплекса является Федеральный закон № 116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

В соответствии со статьей 11в ФЗ-116 определены требования к организации производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности и управления промышленной безопасностью.

Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана:

- «соблюдать положения настоящего Федерального закона, других федеральных законов, принимаемых в соответствии с ними нормативных правовых актов Президента Российской Федерации, нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации, а также федеральных норм и правил в области промышленной безопасности» [8];
- «соблюдать требования обоснования безопасности опасного производственного объекта» [8];

- «обеспечивать безопасность опытного применения технических устройств на опасном производственном объекте» [8];
- «уведомлять федеральный орган исполнительной власти в области промышленной безопасности или его территориальный орган о начале осуществления конкретного вида деятельности в соответствии с законодательством РФ о защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» [8];
- «обеспечивать укомплектованность штата работников опасного производственного объекта в соответствии с установленными требованиями;
- «допускать к работе на опасном производственном объекте лиц, удовлетворяющих соответствующим квалификационным требованиям и не имеющих медицинских противопоказаний к указанной работе» [8];
- «иметь на опасном производственном объекте нормативные правовые акты, устанавливающие требования промышленной безопасности» [8];
- «организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности» [8];
- «приостанавливать эксплуатацию опасного производственного объекта в случае аварии или инцидента на опасном производственном объекте» [8];
- «осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий» [8];
- «принимать участие в техническом расследовании причин аварии» [8];
- «своевременно информировать федеральный орган исполнительной власти в области промышленной безопасности» [8];
- «вести учет аварий и инцидентов на опасном производственном объекте» [8].

Правила безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов (Приказ №517 от 11 декабря 2020 г.), устанавливают требования, направленные на обеспечение промышленной безопасности, предупреждение аварий, случаев производственного травматизма на опасных производственных объектах магистральных трубопроводов, по которым транспортируются опасные вещества - углеводороды, находящиеся в жидком (нефть, нефтепродукты, сжиженные углеводородные газы, конденсат газовый, широкая фракция легких углеводородов, их смеси) [16].

Для ОПО площадочных объектов МТ должны выполняться следующие требования:

- по обеспечению взрывобезопасности: предотвращение взрывов и пожаров технологического оборудования; защиту технологического оборудования от разрушения и максимальное ограничение выбросов из него горючих веществ в атмосферу при аварийной разгерметизации; исключение возможности взрывов и пожаров в объеме производственных зданий, сооружений и наружных установок; снижение тяжести последствий взрывов и пожаров в объеме производственных зданий, сооружений и наружных установок;
- исключение возможности взрыва обращающихся в технологических процессах опасных веществ при регламентированных значениях параметров технологических процессов.

Для каждого технологического процесса должна быть определена совокупность регламентированных значений параметров. Допустимый диапазон изменения параметров устанавливается с учетом характеристик технологического процесса.

Независимо от способа прокладки должна быть обеспечена надежная и безопасная эксплуатация магистрального трубопровода с учетом рельефа, грунтовых и природно-климатических условий.

Для наиболее опасных участков объектов линейной части магистральных трубопроводов в проектной документации должны быть предусмотрены специальные меры безопасности, снижающие риск аварии, в том числе:

- увеличение толщины стенки трубопровода;
- увеличение глубины залегания трубопровода;
- повышение требований к категории защитного покрытия и режимам средств электрохимической защиты;
- обустройство систем коррозионного мониторинга;
- применение труб с защитным покрытием;
- применение обетонирования;
- применение защитного футляра (кожуха), защитных плит;
- применение композитных усиливающих бандажей;
- прокладка в тоннеле;
- обустройство дополнительных обвалований и защитных стенок, укрепление грунта (берегов);
- устройство отводящих систем (каналов, канав);
- геотехнический мониторинг трубопроводов.

РД 153-39.4-114-01 описывает правила ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепроводах [26].

Для обнаружения места аварий и аварийных утечек нефти на магистральном нефтепроводе могут применяться методы: визуальный, контроля давления, графоаналитический, балансового учета нефти, анализа изменения нагрузки электродвигателей, приборной диагностики, параметрического контроля расхода и давления.

С 1 января 2021 года вступили в силу ряд Федеральных норм и правил от Ростехнадзора для руководителей и специалистов в области промышленной безопасности [12]. Действие всех документов установлено с 1 января 2021 года до 1 января 2027 года:

- взрывопожароопасные производственные объекты хранения и переработки растительного сырья – Приказ Ростехнадзора от 03.09.2020 № 331 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья» [17];
- проведение экспертизы промышленной безопасности – Приказ Ростехнадзора от 20.10.2020 № 420 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности» [18];
- подъёмные сооружения на ОПО – Приказ Ростехнадзора от 26.11.2020 № 461 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» [19];
- оборудование, работающее под избыточным давлением – Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 № 536 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением» [20];
- сварочные работы на опасных производственных объектах – Приказ Ростехнадзора от 11.12.2020 № 519 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах» [21];
- объекты, использующие сжиженные углеводородные газы – Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 № 532 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила

безопасности для объектов, использующих сжиженные углеводородные газы» [22];

- нефтяная и газовая промышленность – Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 № 534 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» [23];

- магистральные трубопроводы – Приказ Ростехнадзора от 11.12.2020 № 517 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов» [16].

Гумеров К.М., Багманов Р.Р. в своих исследованиях рассматривали причины и механизмы развития аварий в системе магистральных нефтепроводов. Они раскрыли ошибочные действия специалистов и персонала на разных этапах проектирования, строительства и эксплуатации, показана высокая роль человеческого фактора на всех этапах, роль человеческого фактора в обеспечении безопасности технических объектов повышается с усложнением конструкций и технологий [4].

Такие исследователи, как Мешалкин В.П., Бутусов О.Б., Панарин В.М., Amyotte P., Сагитов И.А. рассматривали оценку воздействия на окружающую среду магистральных трубопроводов с помощью цифровизации и компьютерных технологий [7, 31, 35].

Халлыев Н.Х., Будзуляк Б.В., Алимов С.В., Филатов А.А., Гумеров А.Г., Решетников А.Д., Saidq R., Quintus S., Amadeus V., Quintus S., в своих научных работах анализировали технологический процесс капитального ремонта линейной части магистральных газонефтепроводов [24, 25, 29, 33, 34, 38, 39].

В работе также был проведен анализ патентной базы. Рассмотрены следующие патенты.

- устройство для предотвращения утечки из трубопровода;

- автоматизированная система оценки и тренинга профессионально важных качеств рабочих [1];
- устройство для определения местоположения дефектов в трубопроводе [24];
- устройство для выявления и регистрации местонахождения выступающих внутрь дефектов и препятствий в трубопроводе [30];
- устройство для обнаружения утечек и трубопроводах [25];
- способ повышения эффективности эксплуатации магистральных нефтепроводов [27];
- комплексная система безопасности объектов магистрального нефтепровода [5];
- способ совместной катодной защиты от электрохимической коррозии стальных подземных трубопроводов и футляров на участке пересечения с электрифицированной железной дорогой [28];
- «байпасная обвязка кранов на магистральных газопроводах, применяемая для предотвращения катастрофического развития аварийной ситуации при нарушении целостности магистрального газопровода для обеспечения крана импульсным газом в аварийных ситуациях и для ее использования в качестве аккумулятора импульсного газа» [3].

Результаты выполненной работы систематизированы в таблицу 1.

Таблица 1 - Результаты выполненной работы

Этап проведения исследований	Характеристики средств измерений	Условия проведения исследований	Методика исследований	Полученные результаты исследований
2	3	4	5	6
Исследование основных показателей промышленной	Обработка и анализ информации	Статистика, нормативные документы по	Проведение теоретически х и	Основные показатели промышленной безопасности при

Продолжение таблицы 1

2	3	4	5	6
безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов магистральных трубопроводов	по тематике диссертации	тематике диссертации	экспериментальных исследований	эксплуатации опасных производственных объектов магистральных трубопроводов
Анализ производственной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов	Обработка и анализ информации по тематике диссертации	Документы АО «Оренбургнефть» РИТЦ – 2, ЦДНГ – 9, статистика, нормативные	Проведение теоретических и экспериментальных исследований	Анализ производственной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов
магистральных трубопроводов на примере АО «Оренбургнефть» РИТЦ – 2, ЦДНГ - 9		документы по тематике диссертации, патентная база		магистральных трубопроводов
Предложение внедрения системы обеспечения производственной безопасности опасных объектов магистральных трубопроводов	Обработка и анализ информации и по тематике диссертации	Анализ существующих способов обеспечения производственной безопасности производственных объектов магистральных трубопроводов	Проведение теоретических и экспериментальных исследований	Способы обеспечения производственной безопасности производственных объектов магистральных трубопроводов

В данном разделе выполнен анализ результатов исследований по теме магистерской диссертации и представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований.

1.2 Исследование показателей и мероприятий по обеспечению промышленной безопасности на объектах нефтегазовой отрасли

Основные требования в области промышленной безопасности предприятий газо- и нефтедобычи и переработки предъявляются к объектам, имеющим I, II и III класс опасности. «Указанный класс определяется при составлении проектной документации на возведение объекта. В соответствии с этим параметром он проходит регистрацию в специализированном реестре опасных объектов промышленности РФ. Класс опасности определяется в соответствии с положениями 116-ФЗ» [8].

«Для объектов I-III классов действующие нормы и правила безопасности предусматривают обязательное составление плана мероприятий в случае аварии. Разработка данного документа осуществляется в соответствии с требованиями постановления Правительства от 26 августа 2013 года N 730. Если деятельность предприятия предполагает потенциальный риск возникновения разливов нефти, в дополнение к этому документу формируется отдельный план по предупреждению и устранению последствий такой ситуации. Объекты, получившие по результатам классификации IV класс опасности, могут функционировать без составления таких документов» [8].

Компании, которые осуществляют эксплуатацию опасных объектов нефтяной и газовой промышленности, должны обеспечивать соблюдение следующих требований:

- наличие и эффективное функционирование систем, которые позволяют в режиме реального времени контролировать работу объекта;
- регистрация характеристик работы оборудования, включая факты срабатывания защитных механизмов;
- своевременная передача необходимой информации в органы Ростехнадзора в электронной форме.

Указанные требования предъявляются к компании, эксплуатирующей объект, вне зависимости от того, является ли она собственником активов или управляет ими по договору.

С целью обеспечения контроля за безопасностью опасных производственных объектов, к которым, в том числе, относятся магистральные трубопроводы, ведётся их учет.

«Ведение отдельных ведомственных разделов государственного реестра в части подведомственных объектов осуществляют федеральные органы исполнительной власти и Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом», которым в установленном порядке предоставлено право проводить регистрацию подведомственных объектов» [10].

«Ростехнадзор в пределах своих полномочий обеспечивает:

- разработку и утверждение единых методологических и программнотехнологических принципов регистрации объектов в государственном реестре и ведения этого реестра;
- регистрацию, в том числе территориальными органами, объектов в государственном реестре;
- оформление и выдачу свидетельств о регистрации объектов в государственном реестре; ведение государственного реестра;
- проведение научных, методических и технических разработок, связанных с регистрацией объектов в государственном реестре и ведением этого реестра;
- координацию работы федеральных органов исполнительной власти и Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом», которым в установленном порядке предоставлено право проводить регистрацию подведомственных объектов; утверждение требований к регистрации объектов в государственном реестре и к ведению этого реестра» [10].

«Осуществление государственной функции по регистрации опасных производственных объектов в государственном реестре опасных

производственных объектов регистрирующий орган проводит на основании результатов идентификации, проведенной организацией, эксплуатирующей опасные производственные объекты. Арендованные опасные производственные объекты регистрируются в составе организации-арендатора. Опасный производственный объект, зарегистрированный в государственном реестре опасных производственных объектов, перерегистрируется не реже одного раза в пять лет. Взаимодействие между эксплуатирующей организацией и регистрирующим органом при исполнении государственной функции на основании заявления такой организации осуществляется на бесплатной основе, включая консультации» [10].

«При представлении эксплуатирующей организацией пакета документов, не соответствующих требованиям, предъявляемым настоящим Регламентом, пакет документов возвращается заявителю и представляется им вновь не позднее 10 дней с момента получения уведомления.

Уведомление должно быть направлено заявителю не позднее трех дней с даты регистрации заявления эксплуатирующей организации в случае направления ею пакета документов в адрес регистрирующего органа почтой. Срок исполнения государственной функции (20 дней) в этом случае будет исчисляться с момента регистрации повторного представления пакета документов» [10].

«Срок представления регистрирующим органом отчета в центральный аппарат Ростехнадзора - не позднее 20 числа первого месяца следующего квартала. Файлы экспорта, содержащие отчетные данные о соответствующем разделе государственного реестра опасных производственных объектов, направляются в центральный аппарат Ростехнадзора электронной почтой или на электронных носителях с помощью курьера. - 27 - Время формирования отчета – от 20 мин. до 3 часов, в зависимости от объема передаваемой информации. При возникновении изменений в информации, ранее внесенной в базу данных государственного реестра, эксплуатирующая организация

обязана внести эти изменения в базу данных государственного реестра опасных производственных объектов. Для этого эксплуатирующей организацией проводится идентификация только по отношению: к вновь появившимся опасным производственным объектам: к объектам, где произошли какие-либо изменения в ранее зарегистрированных в государственном реестре сведениях. При внесении изменений регистрационные номера и даты регистрации зарегистрированных ранее объектов не изменяются» [10].

«Обязательные требования к техническим устройствам, применяемым на опасном производственном объекте, и формы оценки их соответствия указанным обязательным требованиям устанавливаются в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании» [9].

«Если техническим регламентом не установлена иная форма оценки соответствия технического устройства, применяемого на опасном производственном объекте, обязательным требованиям к такому техническому устройству, оно подлежит экспертизе промышленной безопасности: до начала применения на опасном производственном объекте; по истечении срока службы или при превышении количества циклов нагрузки такого технического устройства, установленных его производителем; при отсутствии в технической документации данных о сроке службы такого технического устройства, если фактический срок его службы превышает двадцать лет; после проведения работ, связанных с изменением конструкции, заменой материала несущих элементов такого технического устройства, либо восстановительного ремонта после аварии или инцидента на опасном производственном объекте, в результате которых было повреждено такое техническое устройство. Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности могут быть предусмотрены возможность, порядок и сроки опытного применения технических устройств на опасном производственном объекте без проведения экспертизы промышленной

безопасности при условии соблюдения параметров технологического процесса, отклонения от которых могут привести к аварии на опасном производственном объекте» [9].

«Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности в соответствии с требованиями, устанавливаемыми Правительством Российской Федерации. Сведения об организации производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности представляются в письменной форме либо в форме электронного документа, подписанного усиленной квалифицированной электронной подписью, в федеральные органы исполнительной власти в области промышленной безопасности или их территориальные органы. Требования к форме представления сведений об организации производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности устанавливаются федеральным органом исполнительной власти в области промышленной безопасности» [9].

Эффективность мероприятий по организации безопасности, эксплуатации магистральных трубопроводов, зависит от множества факторов [6]. Общее состояние дел во многом зависит от организации взаимодействия государственных органов надзора и подконтрольных предприятий.

Известно несколько алгоритмов этих взаимоотношений, один из них основан на обвинительно-репрессивной схеме.

В результате плановой проверки надзорный орган проводит ряд мероприятий, чтобы выявить нарушения требований безопасности. Этот список отдают главе предприятия для их устранения, к административной ответственности привлекаются виновные лица. Далее надзорный орган получает свидетельство того, что все нарушения устранены или нет по объективным причинам. Проводится повторная проверка, и вся бюрократическая процедура повторяется.

Такой алгоритм не в состоянии эффективно выявить проблемные объекты. Формально все требования безопасности равноценны и не зависят от уровня опасности. Порой надзорный орган слишком много времени расходует на анализ формальных нарушений, которые незначительно влияют на безопасность, что отвлекает руководителей от работы, создает условия для других нарушений.

Кроме того, к предписаниям надзорного органа может быть применено юридическое противодействие.

В итоге в отношениях надзорных органов и подконтрольных компаний происходит противостояние, а не взаимодействие. В таких условиях производители стремятся утаить нарушения.

Органы надзора и предприятия стараются только формально поднять безопасность фиксированием незначительных нарушений, чье быстрое устранение создает видимость того, что безопасность находится на нужном уровне. Остаются нерешенными проблемы повышения аварийности и травматизма на объектах, поэтому работа надзорного органа на основе числа выявленных нарушений мало информативна. Компании не стремятся изменить свое отношение к безопасности.

Примером того являются аварии и производственный травматизм. Однако компании не принимают меры для искоренения таких аварий, так как выявленные нарушения ликвидированы и виновные наказаны. О проблеме все забывают до очередной аварии, в которой виноваты следующие фигуранты, а предыдущие понижены в должности, уволены или травмированы. В итоге состояние безопасности на объектах нефтегазовой промышленности неудовлетворительно.

Причины сложившейся обстановки 1-я — смысловое «обезличивание» характера нарушений. Например, «утечка газа» на этапе эксплуатации — явная угроза аварии. А в формальной отчетности — на этапе проектирования.

2-я и более важная заключается в репрессивной модели: «есть нарушение — есть штрафные санкции» [37].

В итоге осведомленный персонал компании априори заинтересован в утаивании нарушений до той поры, пока это возможно.

Все нарушения или несоответствия требований безопасности в зависимости от тяжести вероятных последствий распределены по 3-м категориям, которые составляют «лестницу принуждения».

Нижняя ступень – незначительные нарушения, потом по возрастанию и на верхней расположены серьезные нарушения.

Незначительные нарушения – это несоответствия требованиям регулирования, которые не связаны с прямой угрозой для людей и природы.

Существенные – это несоответствия, создающие потенциальную угрозу возникновения аварии.

Серьезные – это полное игнорирование требований безопасности.

Меры по первичному принуждению к соблюдению безопасности обуславливаются категорией нарушения. Если предприятие пренебрегает мероприятиями принуждения или совершает повторное нарушение, то надзорный орган использует более жесткие требования, а компания оказывается на одном из уровней «лестницы принуждения». Пребывание на ней влечет за собой дополнительные санкции, которые отрицательно сказываются на конкурентоспособности компании и требуют внеплановых расходов [36].

Если компания исполняет предписания и соблюдает требования безопасности, то ее переводят на более низкую ступень или вовсе удаляют с «лестницы принуждения». Потом любое нарушение считается первичным. Политика надзорного органа основывается на том, чтобы не применять меры принуждения тогда, когда компания добровольно сообщает о нарушениях и устраняет их. При наличии объективных причин надзорный орган имеет право принимать меры воздействия любого уровня. Если компания не согласна с

надзорным инспектором, то вначале она обращается со своими предложениями к проверяющему. При отсутствии согласованного решения компания обращается к руководству надзорного органа и требует проведения специальных слушаний.

Процедура принуждения при выявлении нарушений состоит из описания действий инспекторов и порядка оповещения о них. Действия могут заключаться в предписании с рекомендациями и полной остановке работы объекта. На компании, которые нарушают требования систематически, распространяется другая схема воздействия. К ним относятся те, кто имеет показатели нарушений выше среднего. Орган надзора высылает им письмо с требованием выслать план действий, включающий причины, предупредительные меры и обязательства.

Если очередная проверка обнаруживает неисполнение обязательств, то организовывается проверка с привлечением третьей стороны и приостанавливается работа объекта.

Выводы по первому разделу:

В данном разделе выполнен анализ результатов исследований по теме магистерской диссертации и представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований.

С помощью теоретического и аналитического метода решения задач был произведён обзор научных исследований, который позволил сделать вывод о том, что большое количество исследователей занимаются вопросами обеспечения производственной безопасности магистральных трубопроводах и объектов нефтегазовой отрасли в целом, и в своих работах они предлагают пути решения возникающих проблем.

Обзор научных исследований позволил сделать вывод о том, что большое количество исследователей занимаются вопросами обеспечения пожарной безопасности, в своих работах они предлагают пути решения возникающих проблем.

2 Анализ производственной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов магистральных трубопроводов на примере АО «Оренбургнефть» РИТЦ – 2, ЦДНГ - 9

2.1 Характеристика объектов эксплуатации и обслуживания магистральных трубопроводов АО «Оренбургнефть» РИТЦ – 2, ЦДНГ – 9

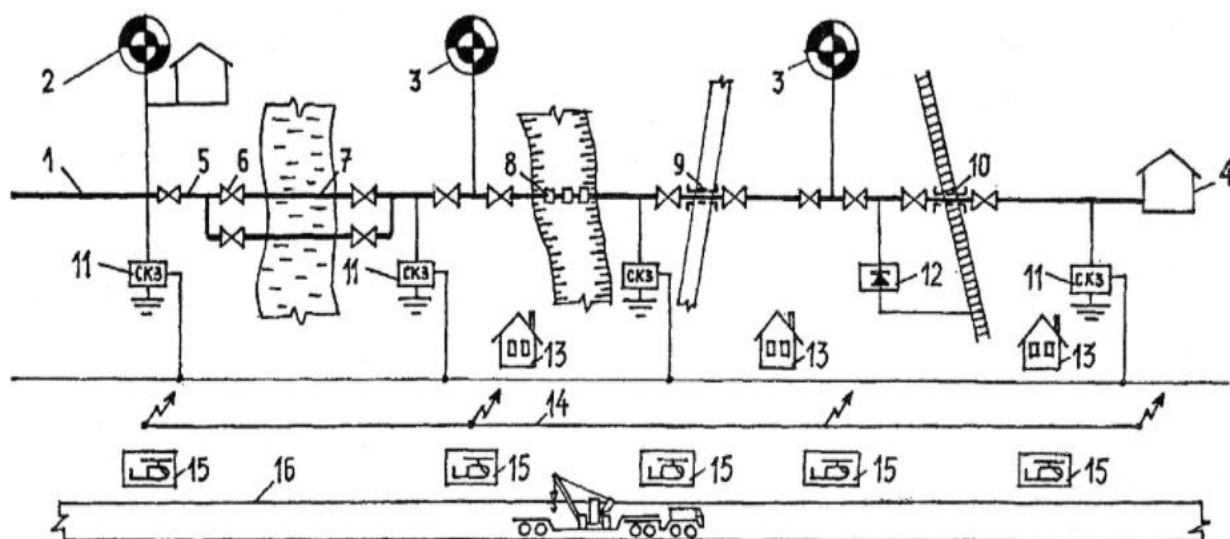
АО «Оренбургнефть» ведет разработку нефтяных и газовых месторождений в Приволжском федеральном округе и является одним из зрелых активов Компании ПАО «НК «РОСНЕФТЬ».

«В 2018 году АО «Оренбургнефть» открыто 15 новых месторождений и 37 залежей в пределах существующих месторождений, суммарный прирост извлекаемых запасов по категориям С1 и С2 составил 18,1 млн. тонн нефти, 1,6 млрд. кубометров газа» [2].

«По состоянию на 1 января 2019 года на балансе Оренбургнефти находится 204 лицензионных участка, 132 из них – на углеводородное сырье. Общество разрабатывает 168 месторождений (включая месторождения АО «Инзэрнефть»). Накопленная добыча АО «Оренбургнефть» – более 615 млн. тонн нефти. Степень выработки запасов – 56,2%» [2].

«Данная организация и его дочерние предприятия имеют производственные объекты на территориях 3 субъектов РФ (Оренбургская, Самарская, Саратовская области), 26-ти муниципальных образований. АО «Оренбургнефть» является крупнейшим нефтедобывающим предприятием Оренбургской области» [2].

На рисунке 1 представлена схема расположения магистрального нефтепровода.



- 1 - подводящий трубопровод; 2 - головная нефтеперекачивающая станция (ГНС);
 3 - промежуточная нефтеперекачивающая станция (ПНС); 4 - конечный пункт;
 5 - линейная часть; 6 - линейная задвижка; 7 - дюкер; 8 - надземный переход;
 9 - переход под автодорогой; 10 - переход под железной дорогой;
 11 - станция катодной защиты; 12 - дренажная установка; 13 - доля обходчика;
 14 - линия связи; 15 - вертолетная площадка; 16 - вдольтрассовая дорога

Рисунок 1 - Схема расположения магистрального нефтепровода

Трубы магистральных нефтепроводов, эксплуатирующихся в АО «Оренбургнефть» классифицированы в соответствии со СНиП 2.05.06-85*.

В соответствии с СП 36.13330.2012 МТ классифицируются в зависимости от условного диаметра труб, представлено в таблице 2.

Таблица 2 - Классификация МТ в зависимости от условного диаметра труб

Класс	I	II	III	IV
Условный диаметр труб, мм	1000-1200 включительно	500-1000 включительно	300-500 включительно	300 и менее включительно

В соответствии с СП 36.13330.2012 МТ классифицируются в зависимости от рабочего давления, представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Классификация МТ в зависимости от рабочего давления

Класс	I	II
Рабочее давление, МПа	Свыше 2,5 до 10	Свыше 1,2 до 2,5

«В соответствии с СП 36.13330.2012 МТ классифицируются в зависимости от прочностных характеристик, объема неразрушающего контроля сварных соединений и величины испытательного давления» [8], представлено в таблице 4.

Таблица 4 - Классификация МТ в зависимости от прочностных характеристик, неразрушающего контроля сварных соединений, величины испытательного давления

Категория трубопровода и его участка	Коэффициент условий работы трубопровода при расчете его на прочность, устойчивость и деформативность
V	0,60
I	0,75
II	0,75
III	0,90
IV	0,90

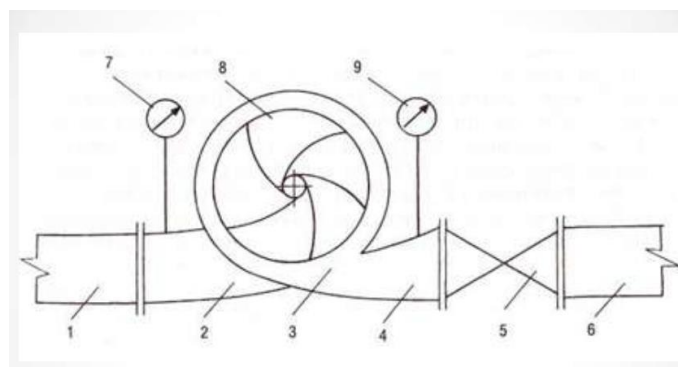
Комплекс сооружений магистральных нефтепроводов, эксплуатирующихся в АО «Оренбургнефть» представлен на рисунке 2.

Требования по обеспечению нормального функционирования всех систем МТ с учетом требований всех нормативов возложен на регионально-инженерную техническую службу предприятия АО «Оренбургнефть». Данная служба проводит контроль работы цеха добычи нефти и газа. Совместно они осуществляют подготовку, разработку и внедрение новой документации и новейших технологий проведения всех видов работ.



Рисунок 2 - Комплекс сооружений магистральных нефтепроводов, эксплуатирующихся в АО «Оренбургнефть»

Принципиальная схема насосной установки на базе центробежного насоса представлена на рисунке 3.



1 — всасывающий трубопровод; 2 — всасывающий патрубок насоса; 3 — спиральная камера; 4 — нагнетательный патрубок; 5 — напорная задвижка; 6 — напорный трубопровод; 7 — мановакуумметр; 8 — рабочее колесо; 9 — манометр

Рисунок 3 - Принципиальная схема насосной установки на базе центробежного насоса

«Резервуарные парки АО «Оренбургнефть» размещаются: на головной НПС; на границах эксплуатационных участков; в местах подкачки нефти с близлежащих месторождений или сброса нефти попутным потребителям» [2].

Параметры магистральных газонефтепроводов АО «Оренбургнефть» РИТЦ – 2, ЦДНГ – 9 представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Параметры магистральных газонефтепроводов АО «Оренбургнефть» РИТЦ – 2, ЦДНГ – 9

Длина, км	Диаметр, мм	Рабочее давление, МПа
Магистральный нефтепровод		
от десятков до нескольких тысяч километров	219–1220	до 10,0 МПа
Магистральный газопровод		
от десятков до нескольких тысяч километров	150 – 1420 (720 –1420)	до 10,0 МПа

«Цех по добыче нефти и газа (ЦДНГ) является структурным подразделением АО «Оренбургнефть» и подчиняется непосредственно начальнику АО «Оренбургнефть». Структура и штаты цеха по добыче нефти и газа утверждает начальник АО «Оренбургнефть» в соответствии с типовыми структурами и нормативами численности руководителей, специалистов и служащих нефтегазодобывающего управлений с учетом работы и особенностей производства. Цех по добыче нефти и газа в зависимости от масштаба, характера условий и объема работ подразделяется на бригады» [2].

Начальник ЦДНГ №9 организует и направляет всю производственно-хозяйственную деятельность цеха и несет полную ответственность за выполнение планов в соответствии с утвержденными, принимает меры по улучшению использования фонда скважин. Контролирует своевременность обеспечения производственных объектов необходимыми материалами,

оборудованием, инструментами и транспортом. Координирует работу участков и бригад по добыче нефти и газа. Обеспечивает безопасные и здоровые условия труда. Осуществляет подбор, расстановку и рациональное использование кадров. Обеспечивает составление и своевременное представление установленной отчетности по цеху. Производит воспитательную работу в коллективе.

Старший геолог - разрабатывает текущие перспективные планы, направляет деятельность геологической службы цеха, осуществляет геологический контроль.

Старший технолог - разрабатывает планы и технологии ремонта и испытания скважин, механизации и автоматизации производственных процессов.

«Старший механик ЦДНГ 9 - на него возлагается работа по техническому руководству эксплуатацией, ремонтом и модернизацией механического оборудования, бесперебойному обеспечению запасными частями и инструментом» [2].

Управление деятельностью основных подразделений осуществляется через мастеров и их помощников. На мастеров возлагается задача оптимальной организации ремонтов и эксплуатации скважин.

«Мастер по добыче нефти и газа назначается на должность и освобождается от должности приказом начальника предприятия в соответствии с трудовым законодательством. Мастер подчиняется начальнику промысла. В своей работе мастер руководствуется действующим законодательством РФ, приказами, распоряжениями, правилами внутреннего трудового распорядка предприятия. Мастер производит непосредственное руководство бригадой по добыче нефти, по выполнению заданий по добыче нефти и газа и других установленных производственных показателей нефтепромысла. Осуществляет контроль за соблюдением правил внутреннего

распорядка рабочими бригады» [9]. Схема организационно-производственной структуры представлена на рисунке 4.

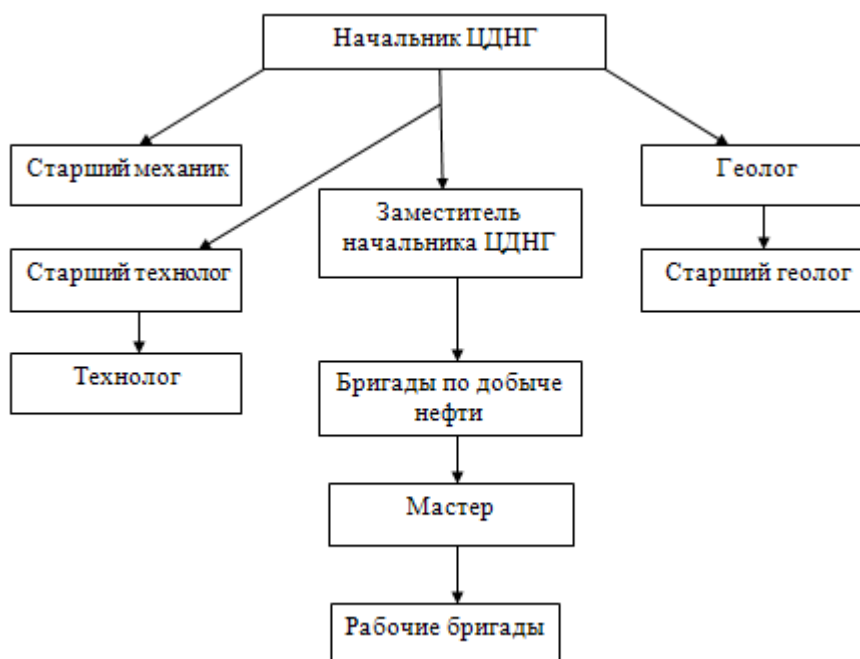


Рисунок 4 - Схема организационно-производственной структуры ЦДНГ 9

Также на предприятии существует ремонтно-технологическая служба (РТС), которая разрабатывает графики проведения ремонтных и восстановительных работ.

Рассмотрим состав промышленного трубопровода (ПТ) входят:

- выкидные трубопроводы от нефтяных скважин для транспортирования продуктов скважин до АГЗУ, до врезки в нефтесборный или напорный трубопровод, в том числе расположенные на кустовых площадках скважин;
- нефтегазосборные трубопроводы для транспортирования продукции нефтяных скважин от АГЗУ до узлов дополнительных работ ДНС, УПСВ и других технологических объектов, в соответствии с установленными границами технологических объектов;

- газопроводы для транспортирования нефтяного газа от территорий площадок, где находятся установки сепарации нефти, до установок подготовки газа, установок предварительной подготовки или до потребителей;
- нефтепроводы (напорные) для транспортирования газонасыщенной или разгазированной обводненной или безводной нефти от пункта сбора нефти и ДНС до ЦПС, до узла коммерческого учета или других объектов сдачи нефти, в соответствии с установленными границами технологических объектов;
- газопроводы для транспортирования газа к эксплуатационным скважинам при газлифтном способе добычи, в соответствии с установленными границами внутриплощадочных и технологических объектов;
- газопроводы для подачи газа в продуктивные пласты с целью увеличения нефтеотдачи, в соответствии с установленными границами внутриплощадочных и технологических объектов;
- трубопроводы систем заводнения нефтяных пластов и систем захоронения пластовых и сточных вод в глубокие поглощающие горизонты, в том числе расположенные на кустовых площадках скважин;
- газопроводы для транспортирования газа от ЦПС до сооружения магистрального транспорта газа, в соответствии с установленными границами технологических объектов;
- трубопроводы между площадками отдельных объектов ПХГ в соответствии с установленными границами технологических объектов;
- газопроводы-шлейфы, предназначенные для транспортирования газа и газового конденсата от газовых скважин до сборного пункта, и от пункта хранения газа до скважин для закачки газа в пласт в соответствии с установленными границами технологических объектов;

- газосборные коллекторы от обвязки газовых скважин;
- трубопроводы стабильного и нестабильного газового конденсата;
- трубопроводы для подачи очищенного газа и ингибитора в скважины и на другие объекты обустройства месторождений в соответствии с установленными границами технологических объектов;
- трубопроводы сточных вод давлением более 10 МПа для подачи воды в скважины для закачки в поглощающие пласты, в том числе расположенные на кустовых площадках скважин;
- ингибиторопроводы для подачи ингибиторов к скважинам или другим объектам обустройства нефтяных и газонефтяных месторождений в соответствии с установленными границами технологических объектов, за исключением трубопроводов от блоков подачи химреагентов;
- деэмульгаторопроводы для подачи деэмульгатора к объектам ДНС и УПСВ в соответствии с установленными границами технологических объектов, за исключением трубопроводов от блоков подачи химреагентов;
- метанолопроводы в соответствии с установленными границами технологических объектов, за исключением трубопроводов от блоков подачи химреагентов.

На магистральных нефтепроводах АО «Оренбургнефть» происходят отказы по разным причинам. Анализ отказов показал, что причины не всегда зависят от технического состояния трубопроводов. Однако, большинство причин связаны с условиями и особенностями эксплуатации МТ.

В результате анализа, были выявлены причины отказов эксплуатации МТ:

- естественное старение магистральных нефтепроводов,
- ухудшаются защитные свойства изоляции,
- дефекты изоляции и металла труб,
- износ запорной арматуры, насосов, станции катодной защиты,

- нарушение герметичности запорной арматуры,
- коррозия.

Износ насосного оборудования ведет к увеличению шумов и вибрации, что является опасным и вредным производственным фактором.

За последние годы наряду с выше озвученными проблемами в АО «Оренбургнефть» обострилась и криминализировалась обстановка на многих объектах МТ. Участились случаи хищения материальных ценностей, технологического оборудования, а также цветных металлов с объектов вдольтрассовых сооружений.

Таким образом, МТ можно оценить, как комплекс пожаровзрывоопасных объектов, представляющих постоянную угрозу её экологической и промышленной безопасности. Ситуацию также усугубляет прохождение трубопроводов вблизи населённых пунктов и промышленных предприятий.

2.2 Анализ соблюдения производственной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов магистральных трубопроводов на примере АО «Оренбургнефть» РИТЦ – 2, ЦДНГ - 9

Для функционирования всех систем на предприятии АО «Оренбургнефть» существует система обеспечения промышленной безопасности. Для этого разрабатываются контрольные мероприятия, по оценке технического состояния промысловых трубопроводов.

В зависимости от назначения, срока службы ПТ и условий его эксплуатации, выполняются следующие контрольные мероприятия:

- ревизия ПТ;
- обследование переходов через естественные и искусственные преграды;

- контрольное обследование ПТ;
- ВТИ;
- ЭПБ (выполняется с привлечением подрядной организации).

Сроки проведения контрольных мероприятий определяются категорией ПТ и должны обеспечивать безопасную и безаварийную эксплуатацию и не превышать периодичность, указанную в таблице 6.

Таблица 6 – Периодичность проведения контрольных мероприятий АО «Оренбургнефть»

Категория ПТ (объект)	Контрольные мероприятия					
	Ревизия		Обследование ПТ переходы через искусственные и естественные преграды	Контрольное обследование	Внутритрубная инспекция	ЭПБ
	Первичная	Периодическая				
II, III,	не позднее чем через 1 год после ввода в эксплуатацию	Не реже 1 раза в 6 лет	ежегодно	ежегодно, после первого инцидента (за исключением механических повреждений при проведении работ)	по производственной необходимости, рекомендуется не реже 1 раза в 5 лет (при технических и технологических возможностях трубопровода)	в соответствии с проектной документацией, последующая в соответствии с заключением ЭПБ.
IV		Не реже 1 раза в 8 лет				

При отсутствии предпусковой ВТИ перед вводом в эксплуатацию допускается проведение ВТИ не позднее чем через один год после ввода в эксплуатацию при наличии технических и технологических возможностей ПТ.

Категория ПТ определяется проектом. В случае отсутствия проектной документации (на трубопроводы прошлых лет) категория ПТ определяется по ГОСТ Р 55990.

При планировании периодичности контрольных мероприятий рекомендуется совмещать: ревизию ПТ, обследование, внутритрубную инспекцию, ЭПБ.

В случае совмещения ЭПБ, ревизии ПТ, обследования и контрольного обследования трубопроводов, оформлять акт ревизии и контрольного обследования не требуется, так как данные мероприятия оформляются в заключении ЭПБ. В случае совмещения ревизии ПТ и контрольного обследования ПТ, оформлять акт контрольного обследования не требуется, так как данные мероприятия рекомендуется оформлять одним актом ревизии ПТ. При последующем планировании контрольных мероприятий необходимо руководствоваться сроками согласно таблице 2.

Ежегодно силами ОГ осуществляется подготовка ПТ к эксплуатации в осенне-зимних условиях и в период весеннего паводка, с составлением мероприятий по устранению повреждений и обеспечению работоспособности объекта.

Организация работ по охране труда осуществляется работниками службы ПБОТОС ОГ АО «Оренбургнефть» на основании нормативных документов [14, 15].

При эксплуатации и ремонте ПТ должен осуществляться:

- постоянный контроль исправности оборудования, приспособлений, инструмента, проверка наличия и целостности ограждений, защитного заземления и других средств защиты до начала работ и в процессе работы на рабочих местах согласно инструкциям по охране труда;
- периодический оперативный контроль, выполняемый работниками, ответственными за проведение газоопасных, огневых и работ повышенной опасности;

- выборочный контроль состояния условий труда и выполнения требований охраны труда, промышленной и пожарной безопасности в структурных подразделениях АО «Оренбургнефть».

В АО «Оренбургнефть» разработан перечень газоопасных мест и работ, в котором отдельно должны быть указаны работы, выполняемые с оформлением наряда-допуска, без оформления наряда-допуска, а также работы, вызванные необходимостью ликвидации или локализации аварии, в соответствии с ЛНД ОГ, регламентирующим требования к организации безопасного проведения газоопасных работ [11, 13].

Перечень работ повышенной опасности, а также перечни должностей специалистов, имеющих право руководить этими работами, разрабатывается работниками службы ПБОТОС ОГ и утверждаются руководителем ОГ. Перечни должны не реже одного раза в год пересматриваться.

К работам повышенной опасности при эксплуатации ПТ относятся:

- огневые работы,
- газоопасные работы,
- проведение гидравлических или пневматических испытаний,
- проведение ВТИ,
- земляные работы в охранных зонах,
- очистка ПТ от парафина, воды, механических примесей.

К работам повышенной опасности допускаются лица, не имеющие медицинских противопоказаний к данному виду работ, прошедшие специальное обучение приемам и методам работы и целевой инструктаж. Принимать участие в выполнении работ повышенной опасности стажерам, ученикам, практикантам запрещается.

«Ответственность за безопасное выполнение работ повышенной опасности несут:

- лица, выдавшие, утвердившие и согласовавшие наряд-допуск,
- ответственные руководители работ,

- лица, допускающие к работе,
- исполнители работ» [8].

«Ответственный за проведение работ повышенной опасности обязан приостановить работы, аннулировать наряд-допуск, вывести людей с места проведения работ и известить о происшедшем диспетчера и лицо, выдавшее наряд-допуск, в случаях» [8]:

- «возникновения угрозы жизни и здоровью, при несчастном случае, при аварийной ситуации;
- «при включении системы оповещения, сигнализирующей о создании опасной ситуации;
- при обнаружении нарушений условий, предусмотренных нарядом-допуском и др.» [8].

«Работники, участвующие в гидравлических и пневматических испытаниях ПТ, должны находиться в безопасных местах на случай разрыва швов, пробоя прокладок, отрыва заглушек и других аварийных ситуаций» [23].

«При спуске (подъеме) в траншею следует пользоваться стремянкой шириной 0,6 м с перилами и лестницей, а при переходе через траншею – мостками шириной не менее 0,6 м с перильным ограждением высотой не менее 1,0 м» [19].

На поверхности земли должны находиться не менее двух человек для постоянного наблюдения за действиями спустившегося в колодец.

Работники, входящие в замкнутое пространство для отбора проб воздуха перед началом работы, должны использовать дыхательный аппарат автономного действия или шланговый противогаз (в зависимости от конкретных условий). Порядок применения и вид дыхательного аппарата определяет лицо, выдавшее наряд-допуск. Использование фильтрующих противогазов запрещается.

Срок единовременного пребывания работника в шланговом противогазе определяется работником, ответственным за проведение газоопасных работ, с

записью в наряде-допуске, но не должен превышать 30 минут с последующим отдыхом на чистом воздухе не менее 15 минут.

«Не допускается курение и разведение огня в вырытых траншеях и котлованах» [13].

«Допуск персонала к проведению ремонтных работ возможен, если содержание паров и газов в воздухе зоны производства работ не выше ПДК по санитарным нормам» [11].

При выполнении огневых работ необходимо проводить анализ газовоздушной среды с установленной нарядом-допуском периодичностью.

При проведении сварочных работ на трубопроводе по санитарным нормам ПДК углеводородов C1 – C10 в пересчете на углерод равна 300 мг/м³, а сероводорода в смеси с углеводородами C1 – C5 – 3 мг/м³ [21].

Одновременная (совместная) работа газорезчика и электросварщика в котловане запрещается.

Постоянные и временные заглушки, устанавливаемые на ПТ, должны быть стальными, а привариваемые иметь сферическую форму.

Заглушки, располагаемые между фланцами трубопроводов, должны иметь хвостовики, выступающие за пределы фланцев. Заглушки устанавливают на прокладки из материалов, соответствующих условиям эксплуатации и транспортируемой среде. На хвостовиках заглушек выбивается номер, давление, марка стали и условный диаметр.

При выполнении изоляционных работ (теплоизоляционных, антикоррозионных) с применением огнеопасных материалов, а также выделяющих вредные вещества, следует обеспечить защиту работников от воздействия вредных веществ, в том числе от термических и химических ожогов.

Ручные электрические машины и электроинструмент применяют в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

«Устройства молниезащиты и защитные заземления объектов системы трубопроводов подлежат систематическому контролю их состояния. Ежегодно, перед наступлением грозового сезона, необходимо осмотреть состояние наземных элементов молниезащиты, обращая особое внимание на места соединения токоведущих элементов. Недопустимо в грозовой сезон оставлять молниеприемники без надлежащего соединения с токоотводом и заземлителем» [13].

Проверка заземляющих устройств, включая измерение сопротивления растеканию тока, должна проводиться в соответствии с Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденными приказом Минтруда России от 24.07.2013 № 328н.

На трассе трубопровода АО «Оренбургнефть» предусматривается установка сигнальных железобетонных или деревянных знаков высотой 1,5–2 м от поверхности земли, которые должны быть оснащены соответствующими щитами с надписями-указателями. Знаки устанавливаются в пределах видимости, но не более, чем через 500 м, а также дополнительно на углах поворота.

Проверка заземляющих устройств, должна проводиться не реже одного раза в 6 месяцев (один из которых перед началом грозового сезона). Измерение сопротивления растеканию тока должно проводиться не реже одного раза в 12 месяцев (летом при сухой почве или зимой в период наиболее сильного промораживания земли).

Выводы по второму разделу:

Технологический процесс эксплуатации магистральных трубопроводов носит непрерывный характер; обслуживание и эксплуатация магистральных трубопроводов предполагает наличие сложного технологического оборудования и круглосуточную работу системы транспортировки; магистральные трубопроводы имеют большую протяженность линейной

части и удаленное расположение объектов для проведения обслуживания и ремонтов.

Для обеспечения функционирования всего оборудования необходимо постоянно отслеживать состояние эксплуатируемого оборудования, изменения в нормативной, правовой и технической документации, постоянно актуализировать документацию и применяемое оборудование в технологическом процессе.

Технические устройства отечественного и иностранного производства, применяемые на объектах МТ, должны соответствовать требованиям промышленной безопасности.

Эксплуатирующая организация должна иметь систему управления промышленной безопасностью и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности на объектах МТ в соответствии с законодательством в области промышленной безопасности.

3 Предложения по обеспечению производственной безопасности объектов магистральных трубопроводов «Оренбургнефть» РИТЦ – 2, ЦДНГ - 9

3.1 Патентно-информационный анализ мероприятий по обеспечению промышленной безопасности

В настоящее время, происходит интенсивное развитие новых технологий и цифровизации, основная масса всех нововведений, изобретений располагаются в базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности».

В этой связи, в данном разделе проведен анализ патентной базы Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности» [32], с целью разработки предложений по обеспечению производственной безопасности объектов магистральных трубопроводов.

Патентно-информационный анализ мероприятий по обеспечению промышленной безопасности направлен на улучшение техносферной безопасности с целью внедрения новых технических и технологических решений в производственный процесс эксплуатации магистральных трубопроводов.

Результаты патентного поиска по патентной базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности» представлены в таблице 2. Рассмотрены патенты:

- способ повышения эффективности эксплуатации магистральных нефтепроводов;
- комплексная система безопасности объектов магистрального нефтепровода;

- способ совместной катодной защиты от электрохимической коррозии стальных подземных трубопроводов и футляров на участке пересечения с электрифицированной железной дорогой;
- «байпасная обвязка кранов на магистральных газопроводах, применяемая для предотвращения катастрофического развития аварийной ситуации при нарушении целостности магистрального газопровода для обеспечения крана импульсным газом в аварийных ситуациях и для ее использования в качестве аккумулятора импульсного газа» [3].

Результаты патентного поиска представлены в таблице 7.

Таблица 7 - Результаты патентного поиска

Наименование технического решения	Известные технические решения	Преимущества известных технических решений	Недостатки известных технических решений	Положительные эффекты от использования и сущность разрабатываемого решения
1	2	3	4	5
Байпасная обвязка кранов на магистральных газопроводах, применяемая для предотвращения развития аварийной ситуации при нарушении целостности магистрального газопровода для обеспечения крана импульсным газом в	Устройство и клапан-отсекатель в устройстве для осуществления способа по описанию к изобретению по патенту RU №2317464, F16K 17/38, F17D 3/00, F17D 5/00, опубликован о 20.02.2008.	«Распознавание и фиксирование факта аварийной ситуации по ее последствию» [3].	«Распознавание и фиксирование факта аварийной ситуации производится по ее последствию, уже наличию пожара на месте аварии» [3].	«Предотвращение катастрофического развития аварийной ситуации при нарушении целостности магистрального газопровода» [3].

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5
<p>Способ повышения эффективности эксплуатации магистральных нефтепроводов</p>	<p>Способы разработки методов энергоэффективной эксплуатации магистральных нефтепроводов с оптимизацией технологических режимов: автореф. дис. канд. тех. наук: 25.00.19/ Бархатов Александр Федорович. - Москва, 2017. – С. 160 с.</p>	<p>Оптимизация технологических режимов перекачки нефти и нефтепродуктов</p>	<p>Не всегда рациональное использование энергоемкого оборудования МНА, отсутствие обобщенного показателя эффективности эксплуатации магистрального нефтепровода, который показывает эффективность использования насосного оборудования нефтеперекачивающих станций.</p>	<p>Повышения эффективности эксплуатации магистральных нефтепроводов с использованием существующего насосного оборудования перекачивающих станций, заключающийся в том, что на первом этапе выбирают конкретный существующий трубопровод, определяют параметры прокачиваемой жидкости.</p>
<p>Способ совместной катодной защиты от электрохимической коррозии стальных подземных трубопроводов и футляров на участке пересечения с электрифицированной железной дорогой</p>	<p>Способ защиты подземного сооружения путем применения изоляционного покрытия подземного трубопровода и путем катодной поляризации</p>	<p>Обеспечение систематического контроля эффективности и противокоррозионной защиты и опасности коррозии, а также регистрация и анализ причин коррозионных повреждений.</p>	<p>Применение только определенного вида изоляционного покрытия для соответствующего сооружения</p>	<p>Защита от коррозии металлов, в частности, к защите подземных трубопроводов, выполненных из углеродистых и низколегированных сталей</p>

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5
Комплексная система безопасности объектов магистрального нефтепровода	Интегрированная система безопасности	Невозможность объединения (интеграции) в ней указанных систем безопасности в условиях функционирования объектов магистрального трубопровода .	Интеграция различных систем в единый комплекс	Предотвращение несанкционированного доступа на объекты.

На основе патентного поиска нами предлагается внедрение новых технических и технологических решений в производственный процесс добычи нефти.

«Способ повышения эффективности эксплуатации магистральных нефтепроводов». Изобретение относится к области нефтяной промышленности. Предложен способ повышения эффективности эксплуатации магистральных нефтепроводов с использованием существующего насосного оборудования перекачивающих станций, заключающийся в том, что на первом этапе выбирают конкретный существующий трубопровод, определяют параметры прокачиваемой жидкости.

Далее, используя различные комбинации магистральных насосов, и регулированием трубопроводной системы получают рабочую точку пересечения расходно-напорной характеристики трубопровода и суммарной расходно-напорной характеристики работающих насосов. После чего осуществляют проверку правильности подбора комбинаций включения насосов путем построения линии гидроуклона. С помощью полученных

данных рассчитывают обобщенный показатель оценки эффективности эксплуатации установленного насосного оборудования. Технический результат - оптимизация работы технологического участка трубопровода за счет введения обобщенного показателя оценки эффективности эксплуатации установленного насосного оборудования.

«Комплексная система безопасности объектов магистрального нефтепровода». Полезная модель относится к комплексным системам безопасности объектов магистральных нефтепроводов. Комплексная система безопасности содержит связанные между собой территориальные системы безопасности, каждая из которых установлена с возможностью обслуживания одного стационарного объекта и территориально относящихся к нему объектов линейной части магистрального нефтепровода. Технический результат - повышение надежности работы комплексной системы и расширение ее функциональных возможностей.

«Способ совместной катодной защиты от электрохимической коррозии стальных подземных трубопроводов и футляров на участке пересечения с электрифицированной железной дорогой».

Изобретение относится к области электрохимической защиты от коррозии наружной поверхности подземных стальных сооружений, проложенных ниже уровня поверхности земли или в обваловании, выполненных из углеродистых и низколегированных сталей, трубопроводов, транспортирующих природный газ (газопроводы магистральные и распределительные), нефть, нефтепродукты, и отводов от них.

«Байпасная обвязка кранов на магистральных газопроводах, применяемая для предотвращения катастрофического развития аварийной ситуации при нарушении целостности магистрального газопровода для обеспечения крана импульсным газом в аварийных ситуациях и для ее использования в качестве аккумулятора импульсного газа» [3].

3.2 Разработка предложений по обеспечению производственной безопасности объектов магистральных трубопроводов

На основании анализа патентной информации, в данном разделе разработаны предложения по обеспечению производственной безопасности объектов магистральных трубопроводов.

По итогам патентного поиска предложены следующие патенты:

- «способ повышения эффективности эксплуатации магистральных нефтепроводов» (патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет»);
- «способ мониторинга, защиты и управления оборудованием электрической подстанции» (патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное объединение «Цифровые измерительные трансформаторы»).

Рассмотрим более подробно новые технические и технологические решения.

1. «Способ повышения эффективности эксплуатации магистральных нефтепроводов».

Изобретение относится к области нефтяной промышленности и может быть использовано при прогнозировании работы магистральных нефтепроводов, работающих не на проектных мощностях.

Предложен способ повышения эффективности эксплуатации магистральных нефтепроводов с использованием существующего насосного оборудования перекачивающих станций, заключающийся в том, что на первом этапе выбирают конкретный существующий трубопровод, определяют параметры прокачиваемой жидкости.

Далее, используя различные комбинации магистральных насосов, и регулированием трубопроводной системы получают рабочую точку пересечения расходно-напорной характеристики трубопровода и суммарной расходно-напорной характеристики работающих насосов.

После чего осуществляют проверку правильности подбора комбинаций включения насосов путем построения линии гидроклона.

С помощью полученных данных рассчитывают обобщенный показатель оценки эффективности эксплуатации установленного насосного оборудования.

Технический результат - оптимизация работы технологического участка трубопровода за счет введения обобщенного показателя оценки эффективности эксплуатации установленного насосного оборудования.

Предложенный способ повышения эффективности эксплуатации магистральных нефтепроводов позволяет обосновать необходимость:

- специальных технологий для изменения работы насосного оборудования;
- замены насосного оборудования, что является дорогостоящим мероприятием;
- спрогнозировать работу магистральных нефтепроводов при различных уровнях загрузки.
- выбрать наиболее экономичный и безопасный способ эксплуатации оборудования.

Рассмотрим конкретный пример реализации предложенного способа. Например, «Нефтепровод 1» был рассчитан на производительность 47 млн.т/год, необходимо осуществить поставку нефти 42 млн. т/год.

Для того чтобы рассчитать на сколько изменится эффективность использования насосного оборудования, необходимо произвести подбор параметров совмещенной характеристики нефтепровода для нового уровня

загрузки и определить количество насосов, необходимых для осуществления транспортировки.

Результаты подбора комбинаций включения насосов представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты подбора комбинаций включения насосов

Годовой объем поставки, млн тонн в год	0	10	12	22	23	32	37	42	45	47	52
НПС0	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1
НПС1	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	3
НПС2	0	1	0	0	1	1	2	12		3	30
НПС3	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	2
НПС4	0	00	0	0	0	1	1	1	1	1	1

Наглядность правильности подбора количества и места подключения насосов на станциях представлены на рисунке 5.

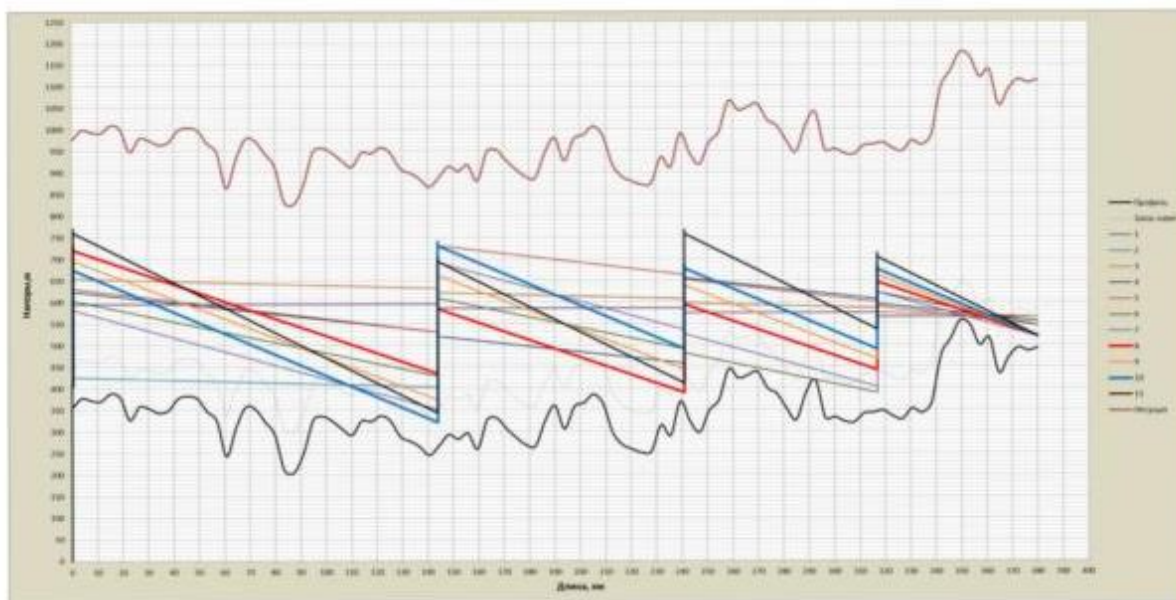


Рисунок 5 - Наглядность правильности подбора количества и места подключения насосов

Результаты обобщенного показателя эффективности использования насосного оборудования представлены на рисунке 6, из которого видно, что при изменении производительности нефтепровода с 47 млн.т/год до 42 млн. т/год эффективность использования насосного оборудования увеличится на 20 %.

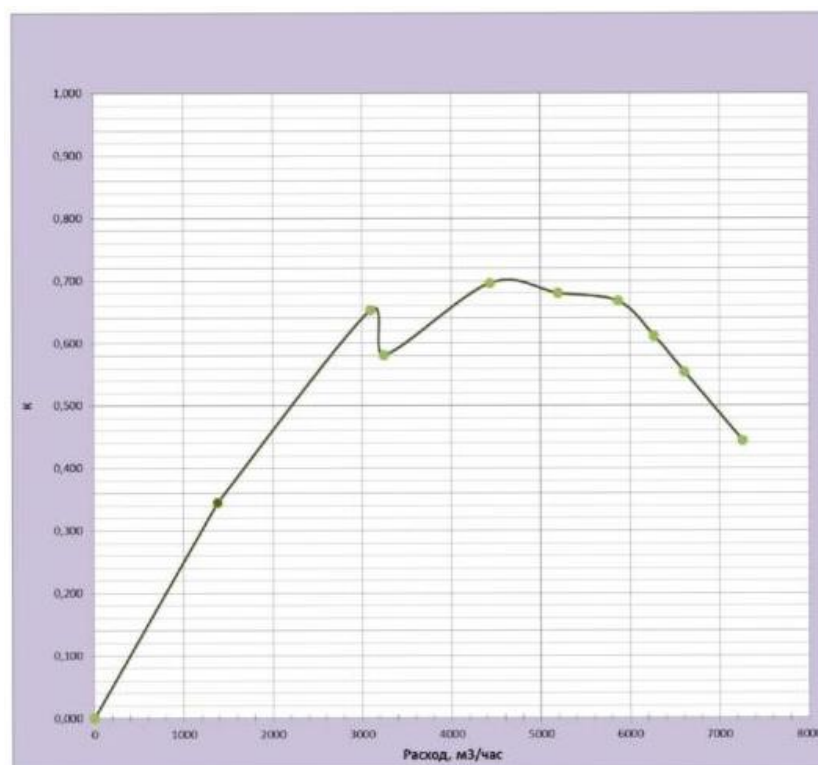


Рисунок 6 - Результаты обобщенного показателя эффективности использования насосного оборудования

Таким образом, за счет оптимизации работы технологического участка трубопровода, а именно за счет наиболее выгодного уровня загрузки при подборе комбинаций включения насосов на станциях можно повысить эффективность эксплуатации магистральных нефтепроводов и спрогнозировать работу магистральных нефтепроводов при различных уровнях загрузки, тем самым заявляемое техническое решение позволяет повысить эффективность использования магистрального насосного

оборудования в несколько раз, что наглядно показал конкретный пример реализации способа .

Способ повышения эффективности эксплуатации магистральных нефтепроводов с использованием существующего насосного оборудования перекачивающих станций заключается в том, что на первом этапе выбирают конкретный существующий трубопровод, определяют, какую жидкость, с какими свойствами, в каком количестве и за какое время необходимо прокачать, далее, используя различные комбинации магистральных насосов, соединенных последовательно или параллельно на головной и промежуточных насосных станциях, и регулированием трубопроводной системы с помощью подключения лупингов и введения противотурбулентных присадок или с использованием регуляторов давления на станциях находят рабочую точку пересечения расходно-напорной характеристики трубопровода и суммарной расходно-напорной характеристики работающих насосов, следующим этапом осуществляют проверку правильности подбора комбинаций путем построения линии гидроуклона, после чего рассчитывают обобщенный показатель эффективности эксплуатации магистрального нефтепровода.

2. «Способ мониторинга, защиты и управления оборудованием электрической подстанции».

Изобретение относится к электроэнергетике и может быть использовано для мониторинга, защиты и управления оборудованием электрической подстанции, созданной в соответствии с концепцией цифровой подстанции. Технический результат заключается в повышении надежности и быстродействия релейной защиты и автоматики. Согласно способу мониторинга, защиты и управления оборудованием электрической подстанции токи и напряжения измеряют при помощи цифровых трансформаторов, в измерительно-коммуникационных блоках которых выполняют фильтрацию и нормирование сигналов первичных

преобразователей тока и напряжения, аналого-цифровое преобразование сигналов первичных преобразователей тока и напряжения, первичную обработку оцифрованных сигналов, выполняют диагностику первичных преобразователей тока и напряжения и измерительно-коммуникационного блока, определяют параметры тока , определяют показатели качества электрической энергии, выполняют алгоритмы релейной защиты и автоматики, формируют кадры данных с мгновенными значениями тока и напряжения и отправляют их смежным интеллектуальным электронным устройствам через сетевые интерфейсы, формируют пакеты данных с параметрами тока и отправляют их автоматизированной системе управления технологическими процессами, при действии защиты вырабатывают цифровые сигналы управляющих воздействий, выполняют преобразование данных сигналов в дискретные, формируют управляющие воздействия посредством выходных реле и одновременно формируют кадры данных с управляющими воздействиями, отправляют кадры данных с управляющими воздействиями смежным интеллектуальным электронным устройствам, и записывают в файл данных мгновенные значения тока и напряжения, затем формируют записи в журналы диагностики, учета электрической энергии, показателей качества электрической энергии, релейной защиты и автоматики при действии защиты , при этом файлы данных, журналы и текущие данные диагностики, учета электрической энергии, показатели качества электрической энергии передают по запросам автоматизированной системы управления технологическими процессами.

Технический результат достигается тем, что в способе мониторинга, защиты и управления оборудованием электрической подстанции, заключающимся в том, что организуют локальную вычислительную сеть путем соединения интеллектуальных электронных устройств, сетевых коммутаторов, компьютеров и другого оборудования электрической подстанции, имеющего сетевые интерфейсы, выполняют фиксацию

параметров состояния оборудования электрической подстанции, проводят передачу и прием информационных пакетов данных о параметрах состояния оборудования, выполняют анализ параметров состояния оборудования, осуществляют выработку сигналов управляющих воздействий, токи и напряжения измеряют при помощи цифровых трансформаторов, снабженных резистивными, емкостными или резистивно-емкостными делителями напряжения, малогабаритными трансформаторами тока, катушками Роговского, первичными преобразователями постоянного тока и датчиками диагностики технического состояния, в измерительно-коммуникационных блоках цифровых трансформаторов выполняют фильтрацию и нормирование сигналов первичных преобразователей тока и напряжения, аналого-цифровое преобразование сигналов первичных преобразователей тока и напряжения, первичную обработку оцифрованных сигналов, выполняют диагностику первичных преобразователей тока и напряжения и измерительно-коммуникационного блока, определяют действующие значения токов и напряжений, углов между ними, активную, реактивную и полную мощности, мощность искажений и соответствующие указанным мощностям энергии, определяют показатели качества электрической энергии, выполняют алгоритмы релейной защиты и автоматики, формируют кадры данных с мгновенными значениями тока и напряжения и отправляют указанные кадры данных смежным интеллектуальным электронным устройствам через сетевые интерфейсы, формируют пакеты данных с диагностической информацией, пакеты данных с действующими значениями тока и напряжения, угла между ними, активной, реактивной и полной мощностями, мощностью искажений и соответствующие указанным мощностям энергии, пакеты данных с показателями качества электрической энергии и отправляют указанные пакеты данных автоматизированной системе управления технологическими процессами, при действии защиты вырабатывают цифровые сигналы управляющих воздействий, выполняют преобразование данных сигналов в

дискретные, формируют управляющие воздействия посредством выходных реле и одновременно формируют кадры данных с управляющими воздействиями, отправляют кадры данных с управляющими воздействиями смежным интеллектуальным электронным устройствам, и записывают в файл данных мгновенные значения тока и напряжения, затем формируют записи в журнал диагностики при возникновении неисправностей и других диагностических событий, записи в журнал учета электрической энергии в непрерывном режиме, записи в журнал показателей качества электрической энергии в непрерывном режиме и при наступлении соответствующих событий, записи в журнал релейной защиты и автоматики при действии защиты, при этом файлы данных, журналы и текущие данные диагностики, учета электрической энергии, показатели качества электрической энергии передают по запросам автоматизированной системы управления технологическими процессами.

На рисунке 7 приведена блок-схема системы реализующей способ мониторинга, защиты и управления оборудованием электрической подстанции.

На рисунке 7 использованы следующие обозначения: первичные преобразователи тока и напряжения фазы А 1, первичные преобразователи тока и напряжения фазы В 2, первичные преобразователи тока и напряжения фазы С 3, датчики технического состояния первичных преобразователей тока и напряжения 4, блок фильтрации и нормирования сигналов 5, блок аналого-цифрового преобразования сигналов 6, блок первичной обработки оцифрованных сигналов 7, блок выполнения алгоритмов диагностики первичных преобразователей 8, блок выполнения алгоритмов коммерческого учета электроэнергии 9, блок выполнения алгоритмов определения показателей качества электроэнергии 10, блок выполнения алгоритмов релейной защиты и автоматики 11, блок формирования кадров данных с мгновенными значениями тока и напряжения 12, блок формирования пакетов

данных с диагностической информацией 13, блок формирования пакетов данных со значениями тока , напряжения, активной, реактивной и полной мощностей и энергий 14.

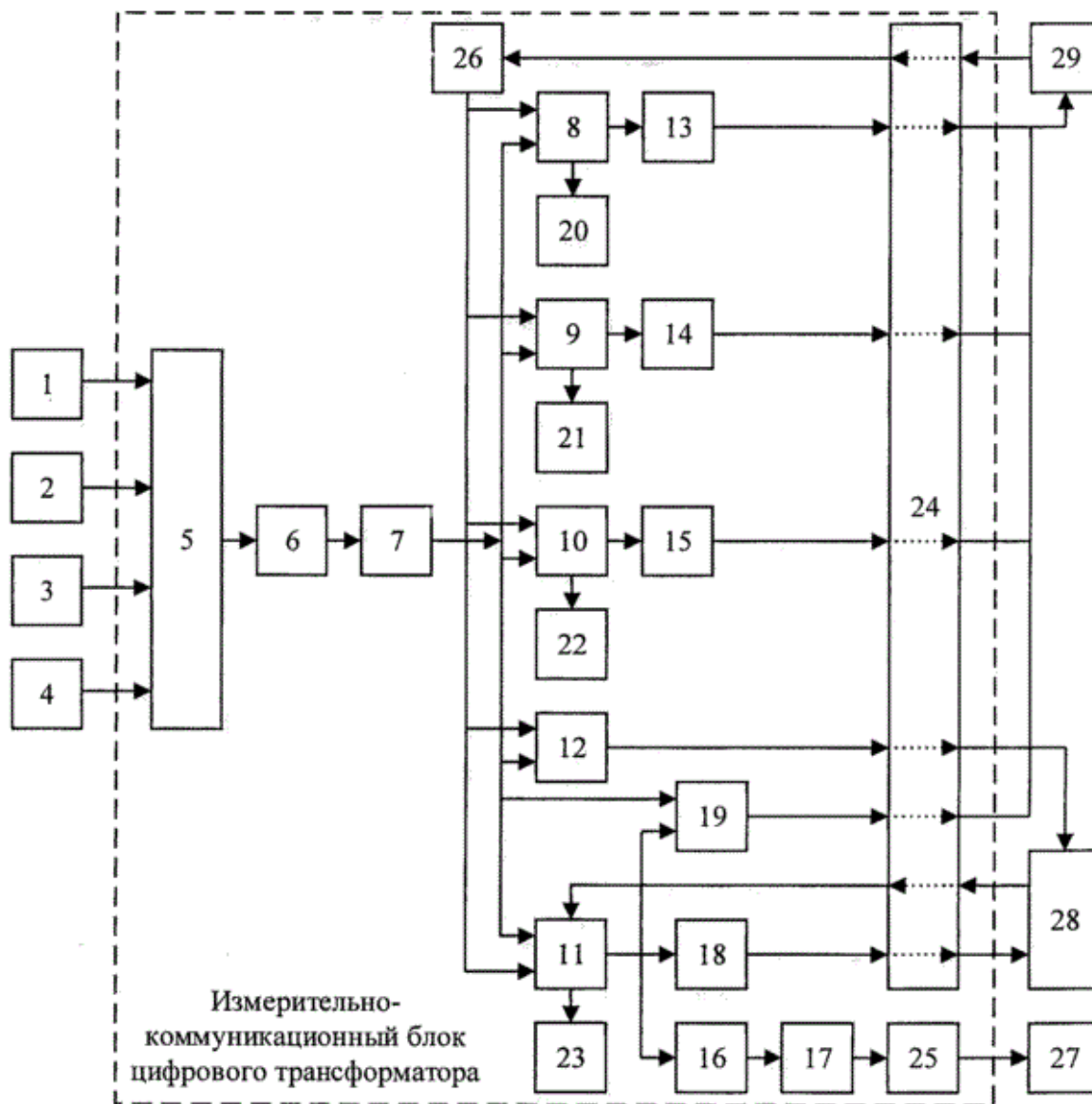


Рисунок 7 - Блок-схема системы реализующей способ мониторинга, защиты и управления оборудованием электрической подстанции

Блок формирования пакетов данных с показателями качества электроэнергии 15, блок преобразования цифрового сигнала в дискретный

(аналоговый) 16, блок выходных реле 17, блок формирования кадров данных с сигналами управления от функций релейной защиты и автоматики 18, блок записи мгновенных значений тока и напряжения в файл данных при действии релейной защиты 19, блок формирования записей в журнал диагностики 20, блок формирования записей в журнал коммерческого учета электроэнергии 21, блок формирования записей в журнал показателей качества электроэнергии 22, блок формирования записей в журнал релейной защиты и автоматики 23, блок интерфейсов ввода-вывода цифровой информации 24, блок интерфейсов ввода-вывода дискретных сигналов 25, блок настройки и обработки запросов 26, выключатель 27, смежные интеллектуальные электронные устройства 28, автоматизированная система управления технологическими процессами 29.

К входам измерительно-коммуникационного блока цифрового трансформатора, которыми являются входы блока фильтрации и нормирования сигналов 5, подключены первичные преобразователи тока и напряжения фазы А 1, первичные преобразователи тока и напряжения фазы В 2, первичные преобразователи тока и напряжения фазы С 3, датчики технического состояния первичных преобразователей тока и напряжения 4. Измерительно-коммуникационный блок цифрового трансформатора обозначен пунктиром, включает блоки 5-26, при этом блоки 8-26 выполнены с возможностью интеграции в них специального программного обеспечения. Выход блока фильтрации и нормирования сигналов 5 через блок аналого-цифрового преобразования сигналов 6 подключен к блоку первичной обработки оцифрованных сигналов 7. Выходы блока первичной обработки оцифрованных сигналов 7 и блока настройки и обработки запросов 26 подключены к входам блока выполнения алгоритмов диагностики первичных преобразователей 8, блока выполнения алгоритмов коммерческого учета электроэнергии 9, блока выполнения алгоритмов определения показателей качества электроэнергии 10, блока выполнения алгоритмов релейной защиты

и автоматики 11, блока формирования кадров данных с мгновенными значениями тока и напряжения 12 и блока записи мгновенных значений тока и напряжения в файл данных при действии релейной защиты 19. Блок выполнения алгоритмов диагностики первичных преобразователей 8 подключен к блоку формирования пакетов данных с диагностической информацией 13 и к блоку формирования записей в журнал диагностики 20. Блок выполнения алгоритмов коммерческого учета электроэнергии 9 подключен к блоку формирования пакетов данных со значениями тока , напряжения, активной, реактивной и полной мощностей и энергий 14 и к блоку формирования записей в журнал коммерческого учета электроэнергии 21. Блок выполнения алгоритмов определения показателей качества электроэнергии 10 подключен к блоку формирования пакетов данных с показателями качества электроэнергии 15 и к блоку формирования записей в журнал показателей качества электроэнергии 22. Выходы блока выполнения алгоритмов релейной защиты и автоматики 11 подключены к входам блока преобразования цифрового сигнала в дискретный (аналоговый) 16, блока формирования кадров данных с сигналами управления от функций релейной защиты и автоматики 18, блока записи мгновенных значений тока и напряжения в файл данных при действии релейной защиты 19, и блока формирования записей в журнал релейной защиты и автоматики 23. Блок преобразования цифрового сигнала в дискретный (аналоговый) 16 соединен через блок выходных реле 17 с блоком интерфейсов ввода-вывода дискретных сигналов 25, выход которого являющийся выходом измерительно-коммуникационный блок цифрового трансформатора, соединен с выключателем 27. Блок формирования пакетов данных с диагностической информацией 13, блок формирования пакетов данных со значениями тока , напряжения, активной, реактивной и полной мощностей и энергий 14, блок формирования пакетов данных с показателями качества электроэнергии 15 и блок записи мгновенных значений тока и напряжения в файл данных при

действии релейной защиты 19 через блок интерфейсов ввода-вывода цифровой информации 24, выходы которого являются выходами измерительно коммуникационный блок цифрового трансформатора, соединены с автоматизированной системе управления технологическими процессами 29. Выходы блока формирования кадров данных с мгновенными значениями тока и напряжения 12 и блока формирования кадров данных с сигналами управления от функций релейной защиты и автоматики 18 через блок интерфейсов ввода-вывода цифровой информации 24, выходы которого являются выходами измерительно-коммуникационный блок цифрового трансформатора, подключены к смежным интеллектуальным электронным устройствам 28. К входу блока настройки и обработки запросов 26 через блок интерфейсов ввода-вывода цифровой информации 24, вход которого является входом измерительно-коммуникационного блока цифрового трансформатора, подключена автоматизированная система управления технологическими процессами 29. К входу блока выполнения алгоритмов релейной защиты и автоматики 11 через блок интерфейсов ввода-вывода цифровой информации 24, вход которого является входом измерительно-коммуникационный блок цифрового трансформатора, подключены смежные интеллектуальные электронные устройства 28. Способ осуществляется следующим образом.

Организуют локальную вычислительную сеть путем соединения интеллектуальных электронных устройств, сетевых коммутаторов, компьютеров и другого оборудования электрической подстанции, имеющего сетевые интерфейсы. Выполняют фиксацию параметров состояния оборудования электрической подстанции. При этом токи и напряжения измеряют при помощи цифровых трансформаторов, снабженных следующими первичными преобразователями: резистивными, емкостными или резистивно-емкостными делителями напряжения, малогабаритными трансформаторами тока, катушками Роговского, первичными преобразователями постоянного тока, а также датчиками диагностики технического состояния. Первичные

преобразователи тока и напряжения фазы А 1, первичные преобразователи тока и напряжения фазы В 2, первичные преобразователи тока и напряжения фазы С 3 выполняют масштабное преобразование измеряемых токов и напряжений. Малогабаритный трансформатор тока имеет высокую точность преобразования и наилучшим образом подходит для снабжения информацией о токе функцию (систему) для учета электрической энергии. Катушка Роговского не искажает форму кривой тока (поскольку отсутствует магнитопровод), имеет линейную амплитудно-частотную характеристику (коэффициент усиления линейно увеличивается с ростом частоты), при этом ее выходной сигнал пропорционален производной тока. В качестве первичного преобразователя постоянного тока могут выступать безиндуктивный шунт, магнитотранзисторный преобразователь или другие преобразователи, не искажающие форму кривой тока в переходных режимах. Указанные преобразователи позволяют измерять не только постоянный, но и переменный ток, в том числе с апериодической составляющей.

Катушка Роговского и первичный преобразователь постоянного тока наилучшим образом подходят для снабжения информацией о токе функцию (систему) релейной защиты и автоматики. Резистивный (емкостный или резистивно-емкостный) делитель напряжения выполняет преобразование напряжения для снабжения информацией о напряжении функции (системы) релейной защиты и учета электрической энергии. В качестве датчиков технического состояния первичных преобразователей тока и напряжения 4 используют датчики температуры и датчики для определения состояния изоляции (например, датчики частичных разрядов).

На вход блока фильтрации и нормирования сигналов 5 подаются сигналы от первичных преобразователей тока и напряжения фазы А 1, первичных преобразователей тока и напряжения фазы В 2, первичных преобразователей тока и напряжения фазы С 3, датчиков технического состояния первичных преобразователей тока и напряжения 4.

В измерительно-коммуникационном блоке цифрового трансформатора выполняют следующие операции. Выполняют фильтрацию (антиалайзинговую) и нормирование указанных сигналов (в блоке 5) и синхронное аналого-цифровое преобразование сигналов первичных преобразователей тока и напряжения (в блоке 6). В блок первичной обработки оцифрованных сигналов 7 оцифрованные сигналы нормируют и выполняют индивидуальную обработку для каждого первичного преобразователя.

Данные от блока первичной обработки оцифрованных сигналов 7 и блока настройки и обработки запросов 26 поступают:

- в блок выполнения алгоритмов диагностики первичных преобразователей и измерительно-коммуникационного блока 8 для диагностики теплового режима работы и состояния изоляции первичных преобразователей напряжения, работоспособности отдельных структурных элементов измерительно-коммуникационного блока,
- в блок выполнения алгоритмов коммерческого учета электроэнергии 9 для определения действующих значений токов и напряжений, углов между ними, активной, реактивной и полной мощности, мощности искажений, а также соответствующий энергии,
- в блок выполнения алгоритмов определения показателей качества электроэнергии 10 для определения показателей качества электрической энергии в соответствии с действующими нормативными документами,
- в блок выполнения алгоритмов релейной защиты и автоматики 11 для выполнения алгоритмов релейной защиты и автоматики,
- в блок формирования кадров данных с мгновенными значениями тока и напряжения 12 для формирования кадров данных с мгновенными значениями тока и напряжения и дальнейшей отправки их смежным интеллектуальным электронным устройствам 28 через блок интерфейсов ввода-вывода цифровой информации 24. Кадры данных с мгновенными значениями тока и напряжения (из блока 12) могут

использоваться для выполнения функций релейной защиты, не реализованных и реализованных (дублирование функций релейной защиты) в измерительно-коммуникационном блоке цифрового трансформатора, регистрации аварийных событий и других функций.

В блоке 11 выполняются алгоритмы релейной защиты и автоматики, которые реализуют для сетей класса напряжения 6-35 кВ:

- дистанционная защита;
- междуфазная токовая отсечка;
- направленная/ненаправленная максимальная токовая защита с пуском/без пуска по напряжению;
- направленная/ненаправленная защита от однофазных замыканий на землю;
- направленная/ненаправленная токовая защита нулевой последовательности;
- логическая защита шин;
- контроль наличия напряжения;
- групповая сигнализация поврежденного присоединения при однофазных замыканиях на землю;
- защита от обрыва провода;
- резервирование при отказе выключателя;
- автоматика управления выключателем;
- автоматическое повторное включение;
- автоматический ввод резерва;
- защита по напряжению;
- защита от повышения напряжения;
- защита от понижения напряжения;
- защита от повышения частоты;
- защита от понижения частоты;
- защита по скорости изменения частоты.

Данные от блока первичной обработки оцифрованных сигналов 7 поступают в блок записи мгновенных значений тока и напряжения в файл данных при действии релейной защиты 19.

Блок выполнения алгоритмов диагностики первичных преобразователей и измерительно-коммуникационного блока 8 передает данные в блок формирования пакетов данных с диагностической информацией 13 и в блок формирования записей в журнал диагностики 20 при возникновении диагностического события.

Блок выполнения алгоритмов коммерческого учета электроэнергии 9 передает данные в блок формирования пакетов данных со значениями тока, напряжения, активной, реактивной и полной мощностей и энергий 14 и в блок формирования записей в журнал коммерческого учета электроэнергии 21 в непрерывном режиме.

Блок выполнения алгоритмов определения показателей качества электроэнергии 10 передает данные в блок формирования пакетов данных с показателями качества электроэнергии 15 и в блок формирования записей в журнал показателей качества электроэнергии 22 в непрерывном режиме и при наступлении диагностируемых событий.

Блок выполнения алгоритмов релейной защиты и автоматики 11 передает управляющие воздействия на блок преобразования цифрового сигнала в дискретный (аналоговый) 16, на блок формирования кадров данных с сигналами управления от функций релейной защиты и автоматики 18 и на блок записи мгновенных значений тока и напряжения в файл данных при действии релейной защиты 19, передает данные в блок формирования записей в журнал релейной защиты и автоматики 23 при действии защиты. В блок выполнения алгоритмов релейной защиты и автоматики 11 поступают данные от смежных интеллектуальных электронных устройств 28 через блок интерфейсов ввода-вывода цифровой информации 24.

Данные от блока формирования пакетов данных с диагностической информацией 13, блока формирования пакетов данных со значениями тока, напряжения, активной, реактивной и полной мощностей и энергий 14, блока формирования пакетов данных с показателями качества электроэнергии 15 и блока записи мгновенных значений тока и напряжения в файл данных при действии релейной защиты 19 передаются автоматизированной системе управления технологическими процессами 29 через блок интерфейсов ввода-вывода цифровой информации 24.

Данные от блока формирования кадров данных с сигналами управления от функций релейной защиты и автоматики 18 передаются смежным интеллектуальным электронным устройствам 28 через блок интерфейсов ввода-вывода цифровой информации 24.

При действии защиты вырабатывают цифровые сигналы управляющих воздействий, выполняют преобразование данных сигналов в дискретные 16, формируют управляющие воздействия посредством выходных реле 17 и при помощи них через блок интерфейсов ввода-вывода дискретных сигналов 25 управляют выключателем 27 и одновременно формируют кадры данных с управляющими воздействиями 18, отправляют их смежным интеллектуальным электронным устройствам 28, и записывают в файл данных мгновенные значения тока и напряжения 19. Такой способ организации защиты позволяет увеличить надежность и быстродействие системы релейной защиты, поскольку алгоритмы защиты реализованы непосредственно в измерительно-коммуникационном блоке, при помощи которого можно непосредственно воздействовать на выключатель 27, и при действии алгоритмов релейной защиты, реализованной в измерительно-коммуникационном блоке, отсутствуют задержки на передачу данных по локальной вычислительной сети и на декодирование поступивших из сети данных. При этом алгоритмы защиты могут быть реализованы в смежных интеллектуальных электронных устройствах, поскольку измерительно-

коммуникационный блок отправляет им кадры данных с мгновенными значениями тока и напряжения, что позволяет осуществлять дублирование (аппаратное резервирование) функций релейной защиты.

Файлы данных, журналы и текущие данные диагностики, учета электрической энергии, показатели качества электрической энергии передают по запросам автоматизированной системы управления технологическими процессами 29 направляемым в блок настройки и обработки запросов 26.

Реализация функций учета и определения показателей качества электрической энергии непосредственно в измерительно-коммуникационном блоке цифрового трансформатора позволяет выполнять указанные функции даже при повреждении локальной вычислительной сети (данные будут записываться в соответствующие журналы и при восстановлении локальной вычислительной сети данные могут быть переданы автоматизированной системе управления технологическими процессами).

Традиционно функции учета и определения показателей качества электрической энергии, функции релейной защиты и автоматики и функции диагностики выполняются разными устройствами. Реализация указанных функций в измерительно-коммуникационном блоке цифрового трансформатора позволяет сократить количество устройств для обслуживания, а, соответственно, упростить эксплуатацию электрической подстанции в целом.

Действия, выполняемые после аналого-цифрового преобразования, в измерительно-коммуникационном блоке реализуются при помощи специализированных программ.

Таким образом, применение предлагаемого способа позволяет повысить надежность и быстродействие релейной защиты и автоматики, увеличить надежность работы системы учета и определения показателей качества электрической энергии, упростить эксплуатацию электрических подстанций.

Способ мониторинга, защиты и управления оборудованием электрической подстанции, заключающийся в том, что организуют локальную вычислительную сеть путем соединения интеллектуальных электронных устройств, сетевых коммутаторов, компьютеров и другого оборудования электрической подстанции, имеющего сетевые интерфейсы, выполняют фиксацию параметров состояния оборудования электрической подстанции, проводят передачу и прием информационных пакетов данных о параметрах состояния оборудования, выполняют анализ параметров состояния оборудования, осуществляют выработку сигналов управляющих воздействий, отличающийся тем, что токи и напряжения измеряют при помощи цифровых трансформаторов, снабженных резистивными, емкостными или резистивно-емкостными делителями напряжения, малогабаритными трансформаторами тока, катушками Роговского, первичными преобразователями постоянного тока и датчиками диагностики технического состояния, в измерительно-коммуникационных блоках цифровых трансформаторов выполняют фильтрацию и нормирование сигналов первичных преобразователей тока и напряжения, аналого-цифровое преобразование сигналов первичных преобразователей тока и напряжения, первичную обработку оцифрованных сигналов, выполняют диагностику первичных преобразователей тока и напряжения и измерительно-коммуникационного блока, определяют действующие значения токов и напряжений, углов между ними, активную, реактивную и полную мощности, мощность искажений и соответствующие указанным мощностям энергии, определяют показатели качества электрической энергии, выполняют алгоритмы релейной защиты и автоматики, формируют кадры данных с мгновенными значениями тока и напряжения и отправляют указанные кадры данных смежным интеллектуальным электронным устройствам через сетевые интерфейсы, формируют пакеты данных с диагностической информацией, пакеты данных с действующими значениями тока и напряжения, угла между ними, активной,

реактивной и полной мощностями, мощностью искажений и соответствующие указанным мощностям энергии, пакеты данных с показателями качества электрической энергии и отправляют указанные пакеты данных автоматизированной системе управления технологическими процессами, при действии защиты вырабатывают цифровые сигналы управляющих воздействий, выполняют преобразование данных сигналов в дискретные, формируют управляющие воздействия посредством выходных реле и одновременно формируют кадры данных с управляющими воздействиями, отправляют кадры данных с управляющими воздействиями смежным интеллектуальным электронным устройствам, и записывают в файл данных мгновенные значения тока и напряжения, затем формируют записи в журнал диагностики при возникновении неисправностей и других диагностических событий, записи в журнал учета электрической энергии в непрерывном режиме, записи в журнал показателей качества электрической энергии в непрерывном режиме и при наступлении соответствующих событий, записи в журнал релейной защиты и автоматики при действии защиты, при этом файлы данных, журналы и текущие данные диагностики, учета электрической энергии, показатели качества электрической энергии передают по запросам автоматизированной системы управления технологическими процессами.

Выводы по третьему разделу:

По итогам патентного поиска, в диссертации предложены следующие патенты: «способ повышения эффективности эксплуатации магистральных нефтепроводов» и «способ мониторинга, защиты и управления оборудованием электрической подстанции».

Данные предложения призваны обеспечить производственную безопасность при эксплуатации опасных производственных объектов магистральных трубопроводов.

Заключение

В магистерской диссертации теоретические и экспериментальные исследования, проанализирован анализ результатов исследований, формулирование выводов и рекомендаций, в рамках темы магистерской диссертации.

В первом разделе диссертации, с помощью теоретического и аналитического метода решения задач был произведён обзор научных исследований, который позволил сделать вывод о том, что большое количество исследователей занимаются вопросами обеспечения производственной безопасности магистральных трубопроводах и объектов нефтегазовой отрасли в целом, и в своих работах они предлагают пути решения возникающих проблем.

Обзор научных исследований позволил сделать вывод о том, что большое количество исследователей занимаются вопросами обеспечения пожарной безопасности, в своих работах они предлагают пути решения возникающих проблем.

Во втором разделе магистерской диссертации, выявлено, что технологический процесс эксплуатации магистральных трубопроводов носит непрерывный характер; обслуживание и эксплуатация магистральных трубопроводов предполагает наличие сложного технологического оборудования и круглосуточную работу системы транспортировки; магистральные трубопроводы имеют большую протяженность линейной части и удаленное расположение объектов для проведения обслуживания и ремонтов.

Для обеспечения функционирования всего оборудования необходимо постоянно отслеживать состояние эксплуатируемого оборудования, изменения в нормативной, правовой и технической документации, постоянно

актуализировать документацию и применяемое оборудование в технологическом процессе.

Технические устройства отечественного и иностранного производства, применяемые на объектах МТ, должны соответствовать требованиям промышленной безопасности.

Эксплуатирующая организация должна иметь систему управления промышленной безопасностью и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности на объектах МТ в соответствии с законодательством в области промышленной безопасности.

В третьем разделе диссертации представлены предложения по обеспечению производственной безопасности объектов магистральных трубопроводов «Оренбургнефть» РИТЦ – 2, ЦДНГ - 9. По итогам патентного поиска предложены следующие патенты:

- «способ повышения эффективности эксплуатации магистральных нефтепроводов» (патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет»);
- «способ мониторинга, защиты и управления оборудованием электрической подстанции» (патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное объединение «Цифровые измерительные трансформаторы»).

Данные предложения призваны обеспечить производственную безопасность при эксплуатации опасных производственных объектов магистральных трубопроводов.

Список используемых источников

1. Автоматизированная система оценки и тренинга профессионально важных качеств рабочих Патент на полезную модель RU №119155 U1; заявл. 15.12.2014, опуб. 10.04.2016 Бюл. № 10. Авторы: Заяц Б.С., Шумилов Н.В., Глебова Е.В., Иванова М.В., Валохина А.Т. ООО «Газпром трансгаз Самара»

2. АО «Оренбургнефть». [Электронный ресурс]. Официальный сайт URL:

https://orenburgneft.rosneft.ru/about/Glance/OperationalStructure/Dobicha_i_razrabotka/Centralnaja_Rossija/orenburgneft/(обращения 20.03.2021).

3. Байпасная обвязка кранов на магистральных газопроводах, применяемая для предотвращения катастрофического развития аварийной ситуации при нарушении целостности магистрального газопровода для обеспечения крана импульсным газом в аварийных ситуациях и для ее использования в качестве аккумулятора импульсного газа [Электронный ресурс] : Заявка: 2018101566, 16.01.2018 Автор(ы): Давыдов Михаил Анатольевич (RU). Патентообладатель(и): Общество с ограниченной ответственностью "Газпром трансгаз Казань" (RU). URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=78724464c407431782f081b23e377616> (дата обращения: 11.12.2020).

4. Гумеров К.М., Багманов Р.Р. Человеческий фактор при конструировании и эксплуатации сложных узлов нефтепроводов // Международное научное издание «Современные фундаментальные и прикладные исследования». Кисловодск: Учебный центр «Магистр». 2016. № 4 (23). С. 72-80.

5. Комплексная система безопасности объектов магистрального нефтепровода [Электронный ресурс] : Заявка: 2012138929/06, 12.09.2012 Автор(ы): Панченко Игорь Александрович (RU), Жах Евгений Николаевич

(RU). Патентообладатель(и): Общество с ограниченной ответственностью «Восточно-Сибирские магистральные нефтепроводы» (ООО Востокнефтепровод) (RU). URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=1affeea9cd0aa9ab58b9528e57484dbb> (дата обращения: 11.12.2020).

6. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.003-2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 27.03.2021 г.).

7. Мешалкин В.П. Компьютерная оценка воздействия на окружающую среду магистральных трубопроводов / В.П. Мешалкин, О.Б. Бутусов. М.: ИНФРА М, 2015. 450 с.

8. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс]. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (последняя редакция) – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения 21.03.2021 г.)

9. О техническом регулировании [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ (ред. от 22.12.2020) URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241 (дата обращения 02.04.2021 г.).

10. О Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 30.07.2004 № 401 (ред. от 27.02.2021). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_48768/0a5f1946632ba051a7832c608583563e6cb6bf31 (дата обращения 02.04.2021 г.).

11. Об утверждении Норм пожарной безопасности «Обучение мерам пожарной безопасности работников организаций» Приказ МЧС РФ от

12.12.2007 № 645 (ред. от 22.06.2010) [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902079274> (дата обращения 02.04.2021 г.)

12. Об утверждении перечня нормативных правовых актов и нормативных документов, относящихся к сфере деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору П-01-01-2017 [Электронный ресурс]. Приказ № 254 от 10 июля 2017 г. URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Rostehnadzora-ot-10.07.2017-N-254> (дата обращения 01.04.2021 г.).

13. Об утверждении Рекомендаций по разработке планов локализации и ликвидации аварий на взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектах [Электронный ресурс] : Приказ № 781 от 26 декабря 2012 года. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902389563> (дата обращения 27.03.2021 г.).

14. Об утверждении Типового перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков [Электронный ресурс] : Приказ Минздравсоцразвития России от 01.03.2012 № 181н (ред. от 16.06.2014). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902334167> (дата обращения 27.03.2021 г.).

15. Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс]. Приказ Минтруда России от 19.08.2016 № 438н URL: <http://docs.cntd.ru/document/420376480> (дата обращения 27.03.2021 г.).

16. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности [Электронный ресурс]. Правила безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов Приказ №517 от 11 декабря 2020 года URL: <https://docs.cntd.ru/document/573174913> (дата обращения 01.04.2021 г.).

17. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности. Правила безопасности взрывопожароопасных

производственных объектов хранения и переработки растительного сырья [Электронный ресурс]. Приказ № 331 от 3 сентября 2020 года URL: <https://docs.cntd.ru/document/565911147> (дата обращения 01.04.2021 г.).

18. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности. Правила проведения экспертизы промышленной безопасности [Электронный ресурс]. Приказ № 420 от 20 октября 2020 года URL: <https://docs.cntd.ru/document/573053315> (дата обращения 01.04.2021 г.).

19. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности. Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения [Электронный ресурс]. Приказ № 461 от 26 ноября 2020 года URL: <https://docs.cntd.ru/document/573275657> (дата обращения 01.04.2021 г.).

20. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности. Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением [Электронный ресурс]. Приказ № 536 от 15 декабря 2020 года URL: <https://docs.cntd.ru/document/573275722> (дата обращения 01.04.2021 г.).

21. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности. Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах [Электронный ресурс]. Приказ № 519 от 11 декабря 2020 года URL: <https://docs.cntd.ru/document/573264187> (дата обращения 01.04.2021 г.).

22. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности. Правила безопасности для объектов, использующих сжиженные углеводородные газы [Электронный ресурс]. Приказ № 532 от 15 декабря 2020 года URL: <https://docs.cntd.ru/document/573264124> (дата обращения 01.04.2021 г.).

23. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности [Электронный ресурс]. Приказ № 534 от 15 декабря 2020 года URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230594> (дата обращения 01.04.2021 г.).

24. Патент РФ. Устройство для определения местоположения дефектов в трубопроводе/ С.В. Алимов, Р.Н.Кунафин, Ф.М.Мугаллимов. № 2084757; Оpubл. 1997, Бюлл. № 20.

25. Патент СССР. Устройство для обнаружения утечек и трубопроводах/ Б. Будзуляк, Х. Босселаар. № 3748862; Оpubл. 1973, Бюлл. № 15, 1973.

26. РД 153-39.4-114-01. Правила ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепроводах URL: http://snipov.net/c_4684_snip_106725.html (дата обращения 02.04.2021 г.).

27. Способ повышения эффективности эксплуатации магистральных нефтепроводов [Электронный ресурс] : Заявка: 2020103491, 28.01.2020 Автор(ы): Кононова Маргарита Ивановна (RU), Мызников Михаил Олегович (RU), Шалай Виктор Владимирович (RU), Иванов Руслан Николаевич (RU). Патентообладатель(и): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет» (ОмГТУ) (RU). URL: <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=e870b6adc591ab1e40c5535b2028e8a0> (дата обращения: 11.12.2020).

28. Способ совместной катодной защиты от электрохимической коррозии стальных подземных трубопроводов и футляров на участке пересечения с электрифицированной железной дорогой [Электронный ресурс] : Заявка: 2019142743, 17.12.2019 Автор(ы): Буслаев Александр Алексеевич (RU). Патентообладатель(и): Буслаев Александр Алексеевич (RU). URL:

<https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=8622e528fe02fc71e138a881b0b90422> (дата обращения: 11.12.2020).

29. Удыма П.Г. Коррозионностойкие трубопроводы из неметаллических материалов / П.Г. Удыма. - М.: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 2017. - 212 с.

30. Устройство для выявления и регистрации местонахождения выступающих внутрь дефектов и препятствий в трубопроводе/ Ф.М. Мугаллимов, Р.Н. Кунафин, Р.С. Янышев. № 2148205; Оpubл.2000, Бюлл. 12

31. Устройство для предотвращения утечки из трубопровода. Патент на полезную модель № 99587 РФ А16L55/17 /Сагитов И.А. -2010118382; заявл. 06.05.10, опуб. 20.11.10

32. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» [Электронный ресурс]. Официальный сайт URL: <https://www1.fips.ru/> (дата обращения 02.04.2021 г.).

33. Халлыев Н.Х., Будзуляк Б.В. Капитальный ремонт линейной части магистральных газонефтепроводов. 2-е изд., перераб., и доп. Халлыев Н.Х., Будзуляк Б.В.; МАКС Пресс - Москва, 2016. - 833 с.

34. Чухарева Н.В. Промышленная безопасность объектов магистральных трубопроводов: учебное пособие / Н.В. Чухарева, В.А. Чухарев, А.В. Рудаченко ; Томский политехнический университет. – Ханты-мансийск: «Принт-Класс», 2015. – 186 с.

35. Amyotte P. Investigation of accidents and incidents on the main pipelines of the oil and gas industry // International Journal of GEOMATE, Jan., 2018, Vol. 11, Issue 12, pp. 301 – 310.

36. Chapman R. J. Monitoring of accidents on main pipelines // International Journal of Project Management, 13(1), 2015. pp. 178 – 185.

37. Karl A. Health and Safety in Oil and Gas Extraction // Ensuring the safety of main pipelines Volume 1, September 2017. pp. 603 – 615.
38. Quintus S., Amadeus V. Ghanim Kashwani. Yasemin Nielsen. Evaluation of safety engineering system in oil and gas // International Journal of GEOMATE, Jan., 2017, Vol. 12, Issue 29, pp. 178 – 185.
39. Saidq R., Quintus S., Amadeus V. Prevention of accidents and accidents at the facilities of the oil and gas industry, in particular, the safe operation of main pipelines // International Journal of GEOMATE, Jan., 2016, Vol. 1, Issue 13, pp. 358 – 362.