

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

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Безопасность технологических процессов и производств

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Безопасность работ при диагностике трубопроводов

Обучающийся

Е.Н. Тарасюк

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Д.А. Романов

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

Консультанты

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

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

Тольятти 2024

Аннотация

Тема работы «Безопасность работ при диагностике трубопроводов».

В разделе «Описание объекта исследования: наименование и местоположение объекта, тип и характеристики трубопроводов» анализируются существующие проблемы и риски, связанные с диагностикой трубопроводов.

В разделе «Анализ и оценка безопасности проведения диагностических работ на указанном объекте» производится обзор методов диагностики трубопроводов, их преимущества, проблемы и недостатки.

В разделе «Разработка мероприятий по обеспечению безопасности проведения диагностических работ на объекте» производится определение основных этапов диагностики трубопроводов; предложение мер по обеспечению безопасности на каждом этапе.

В разделе «Охрана труда» производится оценка уровня профессиональных рисков на рабочих местах предприятия.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» оформлены результаты производственного экологического контроля по предприятию.

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» анализируются мероприятия по предупреждению и ликвидации ЧС.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» выполнена оценка эффективности разработанных мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Работа состоит из семи разделов на 61 странице и содержит 17 таблиц и 2 рисунка.

Содержание

Введение.....	4
Термины и определения	6
Перечень сокращений и обозначений.....	7
1 Описание объекта исследования: наименование и местоположение объекта, тип и характеристики трубопроводов.....	8
2 Анализ и оценка безопасности проведения диагностических работ на указанном объекте.....	15
3 Разработка мероприятий по обеспечению безопасности проведения диагностических работ на объекте.....	24
4 Охрана труда.....	31
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	38
6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях	47
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	50
Заключение	56
Список используемых источников.....	59
Приложение А Паспорт безопасности.....	62

Введение

Трубопроводные системы, транспортирующие газы и жидкости, такие как нефть, природный газ, широко используются между городами или предприятиями [16]. Однако при длительном использовании в трубопроводных системах возникает множество проблем, таких как повреждение, коррозия [17], что делает регулярный осмотр и техническое обслуживание трубопроводных систем крайне важным.

При проведении диагностики трубопроводов основными причинами опасности являются прямые удары по голове предметами, например обломками, падающим оборудованием и движущимися механическими механизмами.

Несчастные случаи на инфраструктурных проектах остаются нерешенной проблемой, влияющей на весь цикл процесса эксплуатации трубопроводов. Статистика показала рост несчастных случаев, связанных с инфраструктурными работами на трубопроводах [18]. Это остается странной проблемой в современном мире; хотя средства индивидуальной защиты значительно снизили количество несчастных случаев, еще многое предстоит сделать для смягчения их последствий. При использовании новых и усовершенствованных типов оборудования работник подвергается большему риску, необходимо разработать современный подход к диагностике трубопровода, чтобы он помог снизить количество несчастных случаев.

Безопасность и гигиена труда (БГТ) на рабочих местах регулярно оцениваются, чтобы обеспечить комфорт работников, облегчить использование оборудования, защитить от опасных воздействий и предотвратить опасности для здоровья.

Цель работы – повышение безопасности работ при диагностике трубопроводов за счёт совершенствования методов диагностики трубопроводов.

Задачи:

- проанализировать существующие проблемы и риски, связанные с диагностикой трубопроводов (например, возможные аварии, утечки, повреждения);
- проанализировать основные причины и дефекты повреждений трубопроводов на опасных производственных объектах и их влияние на безопасность;
- представить обзор методов диагностики трубопроводов, их преимущества, проблемы и недостатки (обследование труб ультразвуком; акустическая диагностика с помощью УЗИ; видеодиагностика; корреляционный метод; опрессовка труб.);
- провести анализ возможных дефектов трубопроводов и их влияние на безопасность работ; методы неразрушающего контроля для выявления дефектов трубопроводов;
- определить основные этапы диагностики трубопроводов; предложение мер по обеспечению безопасности на каждом этапе;
- выполнить оценку эффективности разработанных мероприятий.

Термины и определения

В настоящей работе применяются следующие термины с соответствующими определениями.

Опасность – «фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной травмы, острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья» [7].

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме [6].

Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия [1].

Оценка воздействия на окружающую среду – «вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления» [5].

Оценка профессиональных рисков – «это выявление возникающих в процессе осуществления трудовой деятельности опасностей, определение их величины и тяжести потенциальных последствий» [7].

Оценка риска – «процесс анализа рисков, вызванных воздействием опасностей на работе, для определения их влияния на безопасность и сохранение здоровья работников» [7].

Профессиональный риск – «вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при выполнении работником трудовых обязанностей или в иных случаях, установленных Трудовым кодексом Российской Федерации № 197-ФЗ [1], другими федеральными законами» [7].

Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяются следующие сокращения и обозначения:

АГЗУ – автоматизированная групповая замерная установка.

АПФД – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.

БГТ – безопасность и гигиена труда.

БПЛА – беспилотный летательный аппарат.

ВИК – визуальный и измерительный контроль.

ВТД – внутритрубная диагностика.

ВЧ – военизированная часть.

ГП – газопроявление.

ГСС – газоспасательная служба.

ГФУ – газофракционирующая установка

ЕДДС – единая дежурная диспетчерская служба.

ИИ – искусственный интеллект.

КГС – куст газовых скважин.

КЧС – комиссия по чрезвычайным ситуациям.

НГКМ – нефтегазоконденсатное месторождение.

ПБ – пожарная безопасность.

ПЛА – план ликвидации аварии.

ПТ – промысловый трубопровод.

ТКО – твёрдые коммунальные отходы.

УЗВТУ – узел загрузки внутритрубных устройств.

УЗИ – ультразвуковое исследование.

УЗК – ультразвуковой контроль.

УПВТУ – узел приема внутритрубных устройств.

DL – глубокое обучение.

GPS – система спутниковой навигации.

ML – машинное обучение.

1 Описание объекта исследования: наименование и местоположение объекта, тип и характеристики трубопроводов

Объект исследования – ООО «Севернефтегазконтроль».

В ООО «Севернефтегазконтроль» предусматривается разработка решения по реконструкции межпромысловых газопроводов НГКМ для последующей реализации возможности проведения очистки и внутритрубной диагностики (ВТД).

Система межпромысловых газопроводов предназначена для транспорта добываемого природного газа Заполярного газоконденсатного месторождения от УКПГ-1С (2С, 3С, 1В, 2В) до газопровода Заполярное-Уренгой для дальнейшей транспортировки в систему магистрального транспорта СРТО-Урал. Для газоснабжения потребителей промбазы Заполярного нефтегазоконденсатного месторождения предусмотрены газопроводы «ЦДКС-АГРС» 1 нитка и 2 нитка.

Активная защита проектируемого газопровода и защитных кожухов предусмотрена средствами электрохимзащиты.

Продуктом, транспортируемым по газопроводу-отводу, является природный газ. Проектное давление 5,4 МПа, условный диаметр DN200.

Рабочее давление газопровода-отвода составляет 5,4 МПа.

Узлы запуска внутритрубных устройств представляют собой площадки с ограждением для исключения несанкционированного доступа. Высота ограждения составляет не менее 2,2 м.

Опоры для кранов и трубопроводов запроектированы одноярусными из металлических траверс на одной, двух или четырех сваях (Т-, П- образными).

Траверсы опор из спаренных прокатных профилей, устраиваемых по металлическим сваям из стальных труб.

Продувочные свечи закрепляются хомутами к сваям-стойкам из металлических труб. Вблизи продувочных свечей устанавливается молниеотвод. Молниеотвод предусматривается высотой 22,0 м стальной

граненый, на вершине которой размещен молниеприемник, окрашенный в двухцветном контрастном (красный и белый цвета) исполнении в равных пропорциях. Фундаменты – металлическая свая из трубы. Для исключения несанкционированного доступа вокруг продувочных свечей предусматривается ограждение. Высота ограждения составляет не менее 2,2 м.

На площадках УЗВТУ устанавливаются мачты прожекторные с молниеотводом высотой 38,0 м. Мачта стальная граненая высотой 30 м, на вершине которой размещено осветительное оборудование и молниеприемник высотой 8 м. Фундаменты – металлический балочный ростверк из прокатных двутавров по металлическим сваям из труб.

На площадках УЗВТУ предусматриваются проветриваемые укрытия.

Каркас укрытия рамного типа из прокатных горячекатаных профилей. Стены предусматриваются из профлиста и металлической сетки для проветривания.

Покрытие предусматривается из профлиста. Укрытие устанавливается на металлические балки основания из прокатного двутавра. Крепление балок к свайному основанию предусматривается сварным через оголовки из пластины толщиной 10 мм, усиленные ребрами жёсткости.

Узел приема внутритрубных устройств (УПВТУ) представляют собой площадки с ограждением для исключения несанкционированного доступа. Высота ограждения составляет не менее 2,2 м.

Опоры для кранов и трубопроводов запроектированы одноярусными из металлических траверс на одной, двух или четырех сваях (Т-, П- образными).

Траверсы опор из спаренных прокатных профилей, устраиваемых по металлическим сваям из стальных труб.

Продувочные свечи закрепляются хомутами к сваям-стойкам из металлических труб. Вблизи продувочных свечей устанавливается молниеотвод. Молниеотвод предусматривается высотой 22,0 м стальной граненый, на вершине которой размещен молниеприемник. Фундаменты – металлическая свая из трубы. Для исключения несанкционированного доступа

вокруг продувочных свечей предусматривается ограждение. Высота ограждения составляет не менее 2,2 м.

На площадках УПВТУ устанавливаются мачты прожекторные с молниеотводом высотой 38,0 м. Мачта стальная граненая высотой 30 м, на вершине которой размещено осветительное оборудование и молниеприемник высотой 8 м. Фундаменты – металлический балочный ростверк из прокатных двутавров по металлическим сваям из труб.

На УПВТУ предусматриваются проветриваемые укрытия. Каркас укрытия рамного типа из прокатных горячекатаных профилей. Стены предусматриваются из профлиста и металлической сетки для проветривания.

Покрытие предусматривается из профлиста. Укрытие устанавливается на металлические балки основания из прокатного двутавра. Крепление балок к свайному основанию предусматривается сварным через оголовки из пластины толщиной 10 мм, усиленные ребрами жёсткости.

Для контроля давления в трубопроводах на узлах запорной арматуры в местах ответвлений и подключений предусматривается установка местных манометров с точками отбора давления на трубопроводе до и после запорной арматуры согласно требований п. 5.12 СП 284.1325800.2016 [13].

На выходе с АГЗУ существующих кустовых площадок установлены приборы контроля давления.

Для сохранения температурного режима трубопроводной системы надземные участки трубопроводов и подземные вертикальные участки теплоизолируются. Теплоизоляционные конструкции запорной арматуры и фланцевых соединений должны быть съемными в соответствии с требованием СП 61.13330.2012 п. 5.20 [12].

Согласно ПУЭ п. 7.3.44, запорная арматура трубопроводов создает взрывоопасную зону класса В-1г в пределах 3 м по горизонтали и вертикали.

Согласно ГОСТ 31610.10-1-2022 [1], фланцевые соединения задвижек являются источниками утечки взрывоопасной смеси второй степени и создают взрывоопасную зону класса 2.

Для наружных установок максимально допустимое импульсное сопротивление заземлителей принято равным 50 Ом.

Согласно СО 153-34.21.122-2003 п.2.2 [2] узел запорной арматуры относится к специальным объектам, представляющим опасность для непосредственного окружения.

Защита от прямых ударов молнии и вторичных ее проявлений узла запорной арматуры с толщиной металла корпуса установки не менее 4 мм выполняется присоединением корпусов к заземляющему устройству.

Заземляющее устройство состоит из искусственных вертикальных электродов (круг стальной оцинкованный диаметром 18 мм, длиной 5,0 м), соединенных между собой горизонтальными электродами (полоса стальная оцинкованная 4×40 мм) на глубине 0,7 м в земле. В качестве проводников основной системы уравнивания потенциалов используется стальная полоса сечением 4×40 мм, полоса 4×25, перемычки ПГС50-900.

Большинство аварий на газопроводах связано с образованием трещин и свищей. Наличие таких аварий приводит к значительным ущербам для окружающей среды за счет выбросов вредных газообразных и жидких веществ в атмосферу и на почву. Свыше 50% аварий на трубопроводах сопровождались воспламенением природного газа, истекающего из поврежденного трубопровода.

Мероприятия по энергосбережению, предотвращению аварий на газопроводах, обеспечивают следующие технологические решения:

- применение надежного оборудования, автоматизированных систем управления, обеспечивающих контроль над технологическими процессами транспорта продукта;
- создание оптимальных режимов движения продукта в трубопроводах подбором оптимальных диаметров труб по результатам выполнения гидравлического расчета;
- минимизация потерь продукта при возникновении аварийных ситуаций за счет автоматического или дистанционного перекрытия

аварийных участков;

- применение полнопроходной запорной арматуры;
- очистка полости трубопровода пропуском очистных поршней для поддержания заданной пропускной способности;
- осуществление постоянного надзора за техническим состоянием трубопроводов и запорной арматуры.

Необходимая надежность трубопровода обеспечивается:

- применением труб из сталей улучшенных технических характеристик и повышенной коррозионной стойкости с внутренним и наружным заводским антикоррозийным покрытием, с толщинами стенок, превышающими расчетные);
- проведением тщательного контроля выполнения строительно-монтажных работ;
- выбором оптимальных диаметров для создания наиболее экономичного режима перекачки.

Использование внутренних покрытий экономически эффективно, так как значительно увеличивает срок службы трубопровода и снижает эксплуатационные расходы.

Фасонные детали предусмотрены с прочностными характеристиками аналогичными основной трубе.

На объектах газопровода предусматривается предпусковая внутритрубная диагностика газопровода. Контроль технического состояния на газопроводе, осуществляется путем пропуска диагностических устройств, проведения технического обследования.

Частота пропуска диагностических устройств и проведения обследования определяется регламентом эксплуатирующей организации.

Для осуществления внутритрубной диагностики на проектируемом газопроводе в начале и в конце трассы установлены камеры запуска и приема очистных и диагностических устройств.

Газопровод оборудован сигнальными приборами, регистрирующими

прохождение внутритрубных инспекционных снарядов.

Технологическое обслуживание объекта будет осуществлять персонал, организационно входящий в состав цеха технического обслуживания и ремонта трубопроводов, управления эксплуатации трубопроводов эксплуатирующей организации.

При эксплуатации запроектированных трубопроводов места приложения труда находятся вдали от мест постоянного проживания работающих. В связи с этим проектом предусматривается применение бригадной формы организации труда вахтовым методом.

Вахтовый метод предполагает формирование вахт в базовых пунктах и их доставку автотранспортом для работы и отдыха в пункты временного проживания на период вахт.

С учетом существующего производственного комплекса обустройства месторождения обеспечивается соблюдение установленных графиков режимов труда и отдыха работающих. Графики учитывают установленную законом продолжительность рабочего времени, режим проведения технологического процесса, особенности производства, планируемый фонд работы оборудования.

Действующий персонал, «обслуживающий запроектированные трубопроводы месторождения, обеспечен всеми необходимыми помещениями производственно- бытового и медицинского назначения» [16].

«В помещениях с постоянным пребыванием обслуживающего персонала решены вопросы вентиляции, теплоснабжения, водоснабжения и канализации. Рабочие места оснащены местным освещением. Наружное освещение решено в соответствии с современными требованиями» [16].

«Хозяйственно-питьевые нужды ремонтно-выездного персонала, обслуживающего трассу промыслового трубопровода, обеспечиваются привозной водой питьевого качества. Доставка воды осуществляется автотранспортом в специально оборудованных водоразборными кранами емкостях. Источник привозной воды – действующая система хозяйственно-

питьевого водопровода Сергинского месторождения. Качество воды в существующей системе хозяйственнопитьевого водопровода соответствует требованиям СанПиН 2.1.3684-21» [11].

В отдельных случаях возможно использование бутилированной воды промышленного производства, качество которой соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1116-02 [10]. Бутилированная вода доставляется сервисными организациями по договору с эксплуатирующей организацией.

Для обеспечения благополучных санитарно-гигиенических условий периодически работающий на трассе трубопровода персонал выездных бригад снабжается индивидуальными автомобильными мини-биотуалетами.

Вывод по разделу.

В разделе определено, что на объектах газопровода предусматривается предпусковая внутритрубная диагностика газопровода. Контроль технического состояния на газопроводе, осуществляется путем пропуска диагностических устройств, проведения технического обследования. Газопровод оборудован сигнальными приборами, регистрирующими прохождение внутритрубных инспекционных снарядов.

2 Анализ и оценка безопасности проведения диагностических работ на указанном объекте

Оценка состояния защитных покрытий осуществляется в процессе нанесения их на заводе. Приемочный контроль состояния изоляции законченных строительством участков трубопроводов осуществляют в соответствии с требованиями и методиками, изложенными в ГОСТ Р 51164-98 гл. 6.

Проведение диагностики особо ответственных участков трубопроводов может быть осуществлено «диагностическими средствами, обеспечивающими выявление дефектов, оценку формы дефектов, их ориентацию и взаимное расположение» [21]. При этом выявляются коррозионные, термические и усталостные трещины, каверны, язвы, потеря металла, непровары сварных швов.

При наружном диагностировании технического состояния стальных трубопроводов на объекте используется ультразвуковая измерительная установка.

На проектируемых трубопроводах коррозионный износ определяется, используя ультразвуковой, визуальный и визуально-оптический метод контроля, при определении измерений структуры и свойств металла использовать электромагнитные структуроскопы.

В процессе производства монтажных работ выполняется послеоперационный контроль качества сборки и сварки трубопровода.

Обнаруженные дефекты должны быть устранены.

Для угловых и нахлесточных сварных соединений основным физическим методом контроля качества является ультразвуковой контроль в объеме 100 %, а дублирующим – радиографический контроль в объеме 100 % (при возможности его проведения).

Контроль сварных стыков защитного футляра: 100% – ВИК; 100% – УЗК.

Контроль сварных стыков вытяжной свечи 100 % – ВИК; 100% – УЗК.

В период эксплуатации трубопроводы подлежат периодическому контролю технического состояния, путем проведения плановых осмотров, «ревизий и диагностики согласно требованиям Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности от 15.12.2020 № 534 «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности». На основании результатов ревизий и диагностики разрабатывается график выполнения ремонтных работ на промысловом трубопроводе» [21].

Техническое обслуживание трубопровода включает:

- осмотр трассы трубопровода (наблюдение за состоянием трассы ПТ, элементов трубопровода и его деталей, находящихся на поверхности земли);
- ревизию трубопровода.

Периодичность и объемы работ по техническому обслуживанию линейных участков трубопровода, а также технических устройств, входящих в состав трубопровода, устанавливаются эксплуатирующей организацией с учетом требований руководств по эксплуатации заводов-изготовителей. Работы должны проводиться в сроки, установленные ежегодными графиками, утвержденными техническим руководителем эксплуатирующей организации.

Осмотр трассы трубопровода должен осуществляться одним из четырех способов:

- воздушный осмотр;
- наземный осмотр на транспортных средствах;
- наземный осмотр, выполняемый пешим порядком;
- постоянный видеоконтроль.

При осмотре трассы трубопровода особое внимание должно быть уделено:

- наличию признаков утечек;
- показанию приборов, по которым осуществляется контроль давления в трубопроводе и сравнение показаний с параметрами,

- установленными технологическим регламентом трубопровода;
- состоянию сварных и фланцевых соединений, запорной арматуры;
 - выявлению оголений ПТ;
 - состоянию вдольтрассовых сооружений (противокоррозионных сооружений, вдольтрассовых дорог, указательных знаков);
 - строительным и земляным работам, в том числе проводимым сторонними организациями;
 - появлению непредусмотренных переездов трассы ПТ;
 - состоянию изоляции на открытых (видимых) участках трубопровода.

Результаты осмотра должны заноситься в журнал осмотра лицом, осуществившим осмотр.

Проезды, подъездные пути, переезды через ПТ, вдольтрассовые дороги для обслуживания ПТ должны содержаться в исправном состоянии.

Лица, выполняющие осмотр, должны немедленно сообщать ответственному должностному лицу о замеченных утечках, несанкционированных врезках, неисправностях и повреждениях сооружений по трассе, угрожающих нормальной работе ПТ или безопасности людей и находящихся вблизи организаций, населенных пунктов, и окружающей среде.

При осуществлении воздушного осмотра данные об угрожающей ПТ деятельности или производстве строительных работ в непосредственной близости от ПТ должны быть уточнены на земле.

Результаты осмотра должны заноситься в журнал осмотра лицом, осуществившим осмотр.

Внеочередные осмотры должны проводиться после стихийных бедствий, аномальных паводков, в случае визуального обнаружения утечки газа, обнаружения падения давления в трубопроводе по показаниям контрольных приборов, снижения объемов транспортируемой среды либо изменения схемы транспортировки.

По результатам осмотра выявленные несоответствия должны быть устранены на месте. В случае невозможности устранения несоответствий на

месте разрабатываются мероприятия по их устранению.

При обнаружении на месте производства работ подземных коммуникаций и сооружений, не указанных в проектной документации (документации), работы должны быть немедленно остановлены, приняты меры по обеспечению сохранности указанных коммуникаций и сооружений, установлению их принадлежности и вызову представителя эксплуатирующей организации.

В случае повреждения ПТ или обнаружения утечки продукции в процессе выполнения работ сторонней организацией работники и технические средства должны быть немедленно выведены за пределы опасной зоны, а организация, эксплуатирующая ПТ, извещена о происшествии.

До прибытия аварийно-восстановительной бригады руководитель работ должен принять меры, предупреждающие доступ в опасную зону посторонних лиц и транспортных средств.

Работники, выполняющие осмотр или обслуживание инженерных коммуникаций и объектов, находящихся в районе прохождения ПТ, а также граждане, обнаружившие повреждение ПТ или выход (утечку) транспортируемой среды, обязаны немедленно сообщить об этом диспетчерской или аварийной службе организации, эксплуатирующей данный участок ПТ.

При обнаружении повреждения ПТ или утечки продукции, угрожающих объектам, зданиям и сооружениям, эксплуатируемым иными организациями, и окружающей среде, информация о возможном развитии опасных факторов должна быть передана диспетчерской службой организации, эксплуатирующей ПТ, организациям-владельцам указанных объектов, а также соответствующим органам власти и управления.

По всей трассе должна поддерживаться проектная глубина заложения ПТ. При возникновении оголения, провисания, размыва участков ПТ они должны быть отремонтированы в соответствии с требованиями проектной документации.

Фактическая глубина заложения ПТ должна периодически контролироваться при проведении ревизии ПТ.

Все участки ПТ должны быть доступны для выполнения профилактических, ремонтных и аварийных работ. Способ доступа определяется проектной документацией либо технологическим регламентом, а также ПЛА.

Обслуживание технических устройств ПТ. На всей запорной арматуре ПТ, в том числе имеющей редуктор или запорный орган со скрытым движением штока, должны быть указатели, показывающие направление их вращения: «Открыто», «Закрыто». Вся запорная арматура должна быть пронумерована согласно схеме ПТ.

Площадки запорной арматуры внутри ограждений должны быть спланированы, защищены от затопления поверхностными и грунтовыми водами в соответствии с проектной документацией.

К узлам управления запорной арматуры должен быть обеспечен беспрепятственный доступ работников. Площадки обслуживания должны содержаться в чистоте и исправном состоянии. Открывать и закрывать запорную арматуру разрешается по распоряжению ответственного лица с фиксацией в журнале осмотров или вахтенном журнале.

Операции по управлению запорной арматурой и ее техническому обслуживанию, а также поддержание технических устройств и оборудования в исправном состоянии должны проводиться в соответствии с требованиями инструкций заводов-изготовителей.

Периодичность и объемы проведения ревизии трубопровода устанавливаются документацией эксплуатирующей организацией в зависимости от скорости коррозионноэрозионных процессов с учетом опыта эксплуатации аналогичных трубопроводов, результатов наружного осмотра, предыдущей ревизии и необходимости обеспечения безопасной и безаварийной эксплуатации в период между ревизиями, но не реже одного раза в 8 лет.

Первую ревизию вновь введенного в эксплуатацию трубопровода следует проводить не позднее чем через 1 год после начала эксплуатации.

Эксплуатирующая организация обязана ежегодно формировать графики выполнения работ по ревизии трубопровода.

При ревизии трубопровода необходимо выполнить:

- визуальное обследование трассы трубопровода, всех естественных и искусственных преград с привязкой к ПК трассы;
- определение глубины залегания трубопровода;
- определение мест проведения неразрушающего контроля (не менее 2 участков на 1 км; для трубопроводов с протяженностью менее 500 метров – провести не менее 2 шурфов на объект). Участки выбираются в наиболее опасных местах: оголениях, застойных зонах (тупиковых и временно не работающих участках), в местах, где изменяется направление потока (отводы, переходы, тройники, врезки), узлах запорной арматуры. При необходимости производится шурфование. Размеры шурфов должны обеспечивать полный доступ к трубопроводу по всей его поверхности, включая нижнюю образующую, на протяжении не менее 1 м;
- привязку мест неразрушающего контроля к ПК трассы (в целях мониторинга изменения толщины стенки трубопровода при следующих ревизиях использовать места с прежними координатами ПК);
- определение технического состояния технических устройств;
- определение диаметра трубопровода;
- визуальный осмотр наружного защитного (антикоррозионного) покрытия (определение наличия (отсутствия) наружных механических и коррозионных повреждений, измерение геометрических параметров обнаруженных повреждений с помощью измерительных инструментов (линейка, шаблон сварщика);
- ультразвуковую толщинометрию стенки трубопровода или

внутритрубную диагностику;

- определение целостности защитного покрытия в местах контроля;
- ультразвуковой (рентгенографический) контроль качества сварных соединений при подозрении на дефекты сварного шва по результатам ВИК;
- определение наличия или отсутствия блуждающих токов;
- определение мест повреждений изоляции;
- обследование участков пересечений трубопровода с естественными и искусственными преградами в пределах охранной зоны, в том числе с магистральными нефтепроводами и трубопроводами;
- определение отбраковочной толщины стенки трубопровода;
- определение скорости коррозионно-эрозионного износа и расчет скорости коррозии.

При выявленном в результате ревизии неудовлетворительном состоянии участка трубопровода необходимо принять меры по ремонту данного участка трубопровода.

На основании данных, полученных по результатам ревизии, организацией, проводившей ревизию, составляется акт ревизии, в котором делается вывод о техническом состоянии ПТ.

При обнаружении опасных дефектов на ПТ, которые приводят к разгерметизации ПТ, эксплуатирующая организация должна незамедлительно принять меры по их устранению.

Обнаруженные при ревизии дефекты должны быть устранены в соответствии с мероприятиями, утверждаемыми техническим руководителем эксплуатирующей организации.

Ревизия ПТ выполняется работниками эксплуатирующей или подрядной организации с привлечением аттестованной лаборатории неразрушающего контроля.

Технические отчеты (заключения) по результатам диагностирования должны храниться в эксплуатирующей организации совместно с паспортом

ПТ в течение всего срока эксплуатации ПТ. Данные по проведенным ремонтам должны быть внесены в паспорт ПТ.

Нивелировка надземных участков ПТ должна быть осуществлена для определения деформаций и вертикальных перемещений его свайных опор.

Нивелировку и измерения деформации свайных опор следует проводить в период строительства и эксплуатации до достижения условной стабилизации деформаций, установленной проектной документацией (документацией).

Измерения деформаций свайных опор, находящихся в эксплуатации, следует проводить в случае появления недопустимых трещин, деформации сварных швов, резкого изменения условий работы ПТ, а также при проведении ревизии.

Для измерения вертикальных перемещений свайных опор устраиваются реперы (исходные геодезические знаки высотной основы) и деформационные марки (контрольные геодезические знаки, размещаемые на опорах или в грунтах основания, для которых определяются вертикальные перемещения).

Производственные «сооружения в процессе эксплуатации должны находиться под систематическим наблюдением инженерно-технических работников, ответственных за сохранность этих объектов» [21].

Вывод по разделу.

В разделе установлено, что проведение диагностики особо ответственных участков трубопроводов может быть осуществлено диагностическими средствами

При этом выявляются коррозионные, термические и усталостные трещины, каверны, язвы, потеря металла, непровары сварных швов.

Установлено, что техническое обслуживание трубопровода включает:

- осмотр трассы трубопровода (наблюдение за состоянием трассы ПТ, элементов трубопровода и его деталей, находящихся на поверхности земли);
- ревизию трубопровода, которая проводится с использованием внутритрубных инспекционных снарядов.

Определено, что для обеспечения возможности обслуживания и ремонта необходимыми средствами и механизмами в любое время, предусмотрены постоянно действующие подъезды с существующих автомобильных дорог.

При наружном диагностировании технического состояния стальных трубопроводов на объекте используется ультразвуковая измерительная установка.

На проектируемых трубопроводах коррозионный износ определяется, используя ультразвуковой, визуальный и визуально-оптический метод контроля, при определении измерений структуры и свойств металла использовать электромагнитные структуроскопы.

3 Разработка мероприятий по обеспечению безопасности проведения диагностических работ на объекте

Потребность в безопасной эксплуатации и эффективном обслуживании трубопроводов возрастает по мере роста спроса на нефть и газ. В связи с этим становится все более актуальным мониторинг и обследование трубопроводной системы, выявление причин, способствующих развитию – повреждений трубопровода, и своевременное проведение профилактического ремонта. В настоящее время обследование трубопроводов проводится с заранее установленной периодичностью в несколько месяцев, что не является достаточно надежным с точки зрения своевременности.

Предлагается разработать:

- осмотр трассы трубопровода с использованием БПЛА квадрокоптерного типа;
- роботизированный внутритрубный инспекционный комплекс.

Эти решения направлены на обнаружение целевых потенциальных основных проблем – несоосности труб и износа системы, которые могут вызвать критические сбои трубопровода, и прогнозирование прогресса обнаруженных проблем путем периодического сбора и анализа данных изображений.

В последнее время технология дронов привлекла пристальное внимание во многих областях исследований из-за ее возможностей сбора данных. Беспилотные летательные аппараты могут предоставлять фотографии и видео высокого разрешения гораздо более удобным и гибким способом, чем традиционные методы. Между тем, быстрое развитие передовых алгоритмов машинного обучения (ML) и глубокого обучения (DL) привело к множеству прорывов в различных областях исследований. Подходы, основанные на искусственном интеллекте (ИИ), естественным образом применяются для решения сложных задач проверки и мониторинга трубопроводов. Например, Alharam et al. внедрили систему, использующую дрон, оснащенный

тепловизионной камерой, который может контролировать газопроводы для обнаружения утечек и трещин в трубопроводах в отдаленных и рискованных районах. Были протестированы и сравнены различные алгоритмы машинного обучения. Маттар и Калаи разработали воздушную роботизированную платформу, прикрепляющуюся к стене, которая может приближаться к любому месту конструкции, летая и прилипая к целевому месту. Робот оснащен элементами электромагнитного крепления для фиксации сенсорного зонда на поверхности конструкции и выполняет ультразвуковой контроль толщины в произвольных точках [19].

Внедрение роботизированных технологий, таких как БПЛА и дроны, карабкающиеся по стенам, обеспечивает возможное решение проблем при обследовании вертикальных конструкций за счет повышения эффективности, снижения рисков и снижения затрат.

Для сбора видео в этом исследовании предлагается дрон DJI Mavic Pro. Захваченные видео с дрона имеют разрешение 3840×2160 пикселей при частоте 30 кадров/с. Mavic Pro увеличивает максимальную дальность полета Mavic примерно до 7 км и остается в воздухе в течение 24 минут подряд [20].

DJI Mavic Pro оснащен системой глобального позиционирования (GPS), которая записывает данные GPS и может определять местоположение неисправности для своевременного обслуживания. В этом исследовании предлагается к использованию программное обеспечение Dash-ware для связи видео и данных GPS, определяющее местоположение в каждом кадре с продольными и широтными координатами и показывающее высоту дрона от земли, вертикальную скорость и дистанцию взлета.

Предложенный метод контроля был оценен на подготовленном испытательном стенде. Видео снято с видом сверху и сбоку под углом камеры примерно 60° . Модель устойчивости использовалась для определения состояния системы трубопроводов [19].

На испытательном стенде были применены смещенные трубопроводы, как показано на рисунке 1а. На нем показаны обнаруженные конвейеры,

выделенные

На рисунке 1б показаны результаты обнаружения перекладины, выделенные красным цветом. Первая опорная конструкция имеет только один отрезок, а вторая – два скрещенных отрезка под углом 90° . Таким образом, недостающий компонент первой несущей структуры может быть обнаружен, и состояние системы определяется как неустойчивое.

Проблемы коррозии трубопровода: результат обнаружения коррозии показан на рисунке 1с. Обнаруженные трубопроводы выделены красным цветом, а обнаруженные участки коррозии – синим.

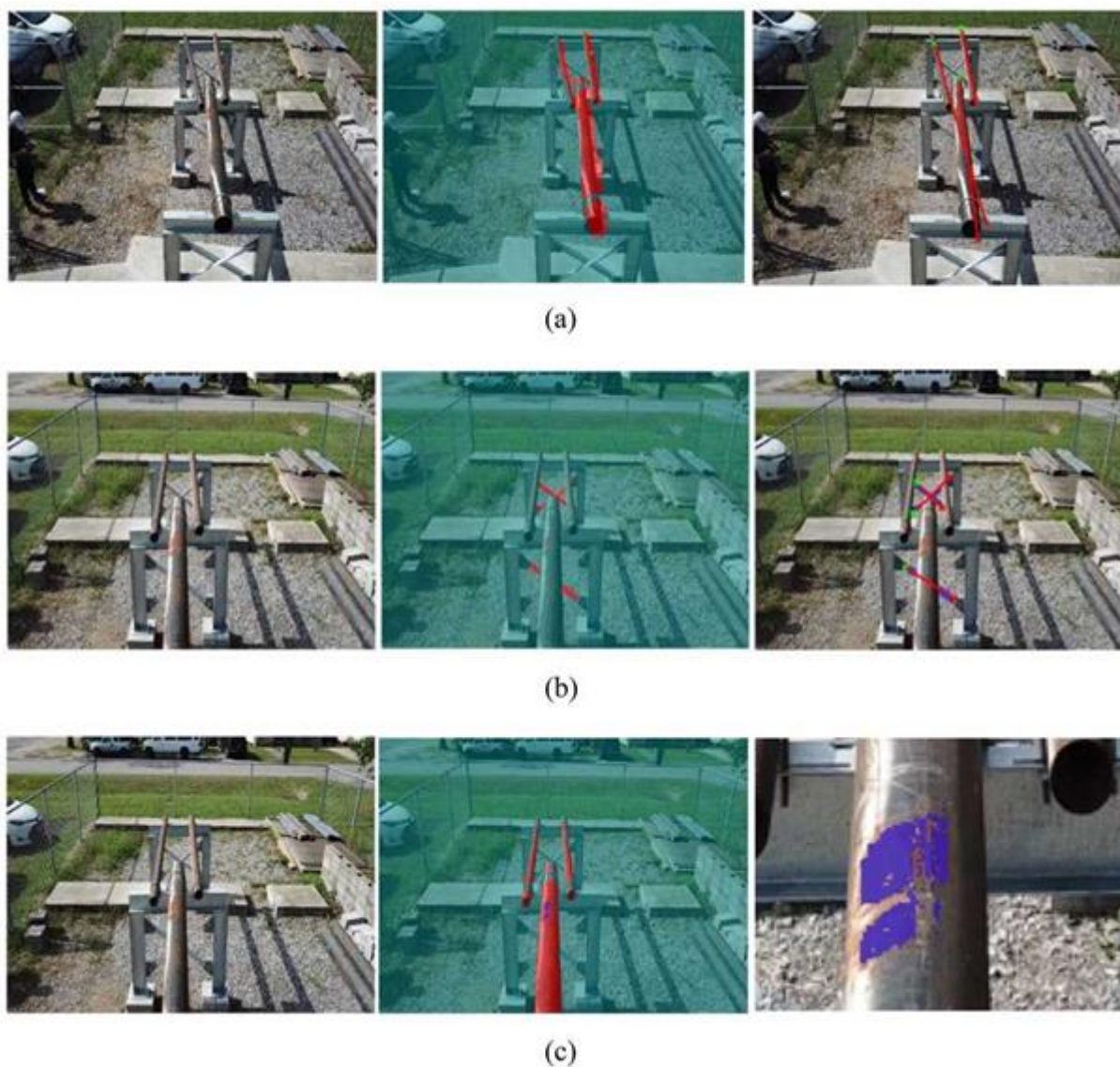


Рисунок 1 – Испытания на стенде

По сравнению с традиционными методами контроля предлагаемая - система DARTS имеет существенные преимущества. Дроны могут эффективно снимать изображения и видео трубопроводов, к которым трудно получить доступ. Автоматический визуальный контроль на базе компьютера позволяет избежать человеческих ошибок при небольших затратах. Данные сохраняются в базе данных для своевременной оценки. Масштабируемость надежна благодаря бесконтактному обнаружению.

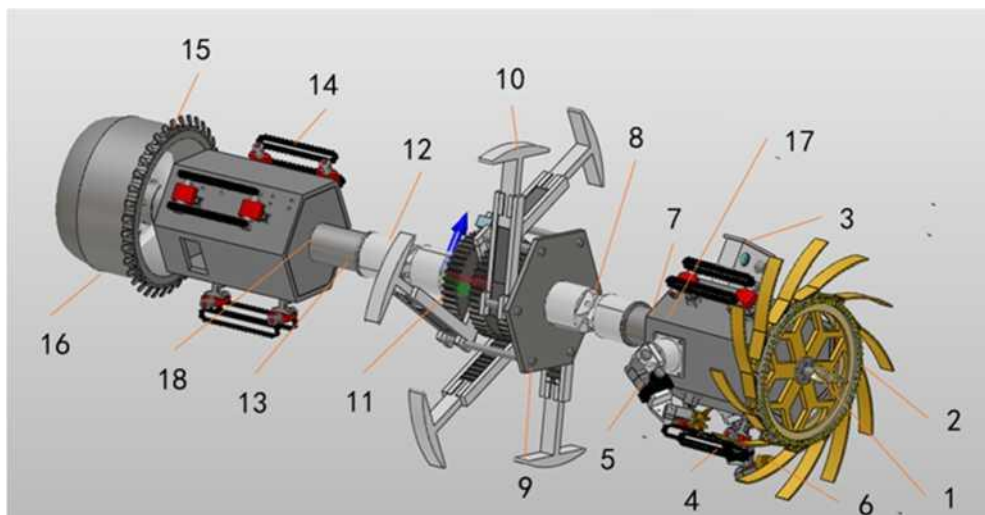
Результаты экспериментов показывают, что предлагаемый метод визуального контроля может добиться достойных результатов контроля на построенном испытательном стенде.

«Большинство существующих трубопроводных роботов могут перемещаться только в некоторых частях обычных трубопроводных сред» [21], в данном разделе ВКР рассмотрим «новую конфигурацию трубопроводных роботов с превосходной адаптивностью к окружающей среде и способностью избегать препятствий для проверки более сложного трубопроводной системы» [22].

«Для обеспечения адаптивности и мобильности общая конфигурация трубопроводного робота была разделена на три части: голову, тело и хвост с осесимметричным» [22] и плоскосимметричным структурным распределением. Два активных шарнирных соединения соединяют три секции робота, приводя в движение головную и хвостовую части робота, совершая повороты и крены, а также «позволяя роботу избегать поднятых препятствий. Кроме того, трубопроводный робот может перемещаться по кольцевым зазорам, прямым трубопроводам различного диаметра и трубопроводам воронкообразного типа за счет комбинации ножек ножничного механизма» [22] и гусеницы.

По сравнению с ручным трудом, трубопроводные роботы могут ходить внутри различных трубопроводов, а также проверять и проверять состояние внутренней стенки трубопроводов в режиме реального времени с более высокой адаптируемостью и безопасностью. Модель интеллектуального

трубопроводного робота показана на рисунке 2 и разделена на 18 компонентов.



1 - передняя чистящая пластина и сверло; 2 - Система освещения; 3 - Подводный подвес; 4 - гусеничный шкив (передний); 5 - Роботизированная рука (четыре клешни); 6 - Робот-манипулятор (дрель); 7 - Телескопический мотор (передний); 8 - Кардан (передний); 9 - Вращающийся двигатель и вращающаяся пластина; 10 - головка ультразвукового контроля; 11 - Вращающийся двигатель и центральный вал; 12 - Кардан (задний); 13 - Телескопический мотор (задний); 14 - Колесо колеи (заднее); 15 - Датчик давления; 16 - Подруливающее устройство; 17 - виток мотор-коробки (передний); 18 - витковый мотор коробки (задний).

Рисунок 2 – Модель трубопроводного робота

Основной корпус интеллектуального робота для очистки труб этой конструкции представляет собой металлическую каркасную конструкцию, покрытую слоем водонепроницаемого материала, которую можно условно разделить на четыре части: передний блок очистки, блок мониторинга, трансмиссионный и интеллектуальный блок, удлинительный блок питания. блок очистки, блок мониторинга и силовой толкатель, а длина, ширина и высота составляют 1660×280×280 мм. Робот находится в невыдвинутом - состоянии, когда он начинает работать, и не в рабочем состоянии, и может проходить через относительно узкие участки труб и выполнять работы по мониторингу и очистке. В общей сложности шесть гусеничных колес спереди и сзади могут выполнять функции вращения вперед и частичного подъема,

передняя чистящая пластина может вращаться для очистки трубы, а переднее сверло можно использовать для перемещения по плохим условиям. При использовании головки ультразвукового контроля, камер и лидара для наблюдения за окружающей средой он оснащен двумя роботизированными руками, разделенными на механические захваты и сверла, для интеллектуальной очистки и ремонта трубопроводов, а задняя часть робота оснащена подруливающим устройством [20].

Постобработка: после сегментации конвейера применяются этапы постобработки для удаления неправильно классифицированных объектов по геометрической информации, такой как площадь, форма и соотношение сторон

Проверка: на основе предварительных знаний и свойств трубопроводной системы проверяются на предмет обнаружения дефектов или повреждений.

Этот робот прост в изготовлении и использовании, имеет низкую стоимость производства за штуку и хорошие рыночные перспективы.

Он может контролировать безопасность трубопровода и помогать в реконструкции трубопровода.

Вывод по разделу.

В разделе предлагаются следующие технические решения:

- осмотр трассы трубопровода с использованием БПЛА квадрокоптерного типа;
- роботизированный внутритрубный инспекционный комплекс.

Эти решения направлены на обнаружение целевых потенциальных основных проблем – несоосности труб и износа системы, которые могут вызвать критические сбои трубопровода, и прогнозирование прогресса обнаруженных проблем путем периодического сбора и анализа данных изображений.

Для сбора видео в этом исследовании предлагается дрон DJI Mavic Pro. Захваченные видео с дрона имеют разрешение 3840×2160 пикселей при частоте 30 кадров/с. Mavic Pro увеличивает максимальную дальность полета

Mavic примерно до 7 км и остается в воздухе в течение 24 минут подряд.

DJI Mavic Pro оснащен системой глобального позиционирования (GPS), которая записывает данные GPS и может определять местоположение неисправности для своевременного обслуживания.

В этом исследовании предлагается к использованию программное обеспечение Dash-ware для связи видео и данных GPS, определяющее местоположение в каждом кадре с продольными и широтными координатами и показывающее высоту дрона от земли, вертикальную скорость и дистанцию взлета.

Предложенный метод контроля был оценен на подготовленном испытательном стенде. Результаты экспериментов показывают, что предлагаемый метод визуального контроля может добиться достойных результатов контроля на построенном испытательном стенде.

4 Охрана труда

Каждый работодатель обязан обеспечивать безопасность и здоровье на рабочем месте всех своих работников.

«Согласно статье 209 Трудового кодекса Российской Федерации управление профессиональными рисками представляет собой комплекс взаимосвязанных мероприятий, которые являются элементами системы управления охраной труда и включают меры по выявлению, оценке и снижению уровней профессиональных рисков. Риск может быть проанализирован различными способами; обычно эти методы включают качественный, полуколичественный или количественный анализ. Выявление опасностей является начальным и самым важным этапом оценки рисков, учитывающим недостатки в охране труда» [6].

Реестр опасностей на рабочем месте машиниста компрессора представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Реестр опасностей на рабочем месте машиниста компрессора

Опасность	ID	Опасное событие
8. Подвижные части машин и механизмов	8.1	Удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования
9. Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвесями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
13. Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру	13.1	Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру
20. Повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума	20.1	Снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума
27. Электрический ток	27.1	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением

Реестр опасностей на рабочем месте аккумуляторщика представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Реестр опасностей на рабочем месте аккумуляторщика

Опасность	ID	Опасное событие
9. Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвесями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
12. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	12.3	Повреждение органов дыхания вследствие воздействия воздушных взвесей вредных химических веществ
23. Физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей	23.1.	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках
27 .Электрический ток	27.1	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением

Реестр опасностей на рабочем месте диспетчера-оператора представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Реестр опасностей на рабочем месте диспетчера-оператора

Опасность	ID	Опасное событие
27. Электрический ток	27.1	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением
24. Диспетчеризация процессов, связанная с длительной концентрацией внимания	24.4.	Психоэмоциональные перегрузки

Процесс оценки рисков может внести вклад в формирование культуры безопасности и гигиены труда.

В этой работе важна приверженность руководства проведению надлежащей оценки рисков.

По результатам проведенной идентификации на каждом рабочем месте заполняется Анкета. Анкета профессиональных рисков машиниста компрессора представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Анкета профессиональных рисков машиниста компрессора

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Машинист компрессора	Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	Отравление воздушными взвешаями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний
	Подвижные части машин и механизмов	Удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	Повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума	Снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума	Возможно	3	Незначительная	2	6	Низкий
	Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру	Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	Электрический ток	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний

Анкета профессиональных рисков на рабочем месте аккумуляторщика представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Анкета профессиональных рисков на рабочем месте аккумуляторщика

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Аккумуляторщик	Электрический ток	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний
	Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний
	Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД)	Повреждение органов дыхания вследствие воздействия воздушных взвесей вредных химических веществ	Возможно	3	Незначительная	2	6	Низкий
Аккумуляторщик	Физические перегрузки при чрезмерных физических усилиях при подъеме предметов и деталей, при перемещении предметов и деталей	Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний

Анкета профессиональных рисков на рабочем месте диспетчера-оператора представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Анкета профессиональных рисков на рабочем месте диспетчера-оператора

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Диспетчер-оператор	Электрический ток	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением	Вероятно	4	Значительная	3	12	Средний
	Диспетчеризация процессов, связанная с длительной концентрацией внимания	Психоэмоциональные перегрузки	Возможно	3	Незначительная	2	6	Низкий

Оценка вероятности представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Оценка вероятности

Степень вероятности		Характеристика	Коэффициент, А
1	Весьма маловероятно	«Практически исключено» [7]. «Зависит от следования инструкции» [7]. «Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки» [7].	1
2	Маловероятно	«Сложно представить, однако может произойти» [7]. «Зависит от следования инструкции» [7]. «Нужны многочисленные поломки/отказы/ошибки» [7].	2
3	Возможно	«Иногда может произойти» [7]. «Зависит от обучения (квалификации)» [7]. «Одна ошибка может стать причиной аварии/инцидента/несчастного случая» [7].	3
4	Вероятно	«Зависит от случая, высокая степень возможности реализации» [7]. «Часто слышим о подобных фактах» [7]. «Периодически наблюдаемое событие» [7].	4
5	Весьма вероятно	«Обязательно произойдет» [7]. «Практически несомненно» [7]. «Регулярно наблюдаемое событие» [7].	5

Оценка степени тяжести последствий представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Оценка степени тяжести последствий

Тяжесть последствий		Потенциальные последствия для людей	Коэффициент, U
5	Катастрофическая	«Групповой несчастный случай на производстве (число пострадавших 2 и более человек)» [7]. «Несчастный случай на производстве со смертельным исходом» [7]. «Авария. Пожар» [7].	5
4	Крупная	«Тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней)» [7]. «Профессиональное заболевание» [7]. «Инцидент» [7].	4
3	Значительная	«Серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней» [7]. «Инцидент» [7].	3
2	Незначительная	«Незначительная травма - микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь» [7]. «Инцидент» [7]. «Быстро потушенное загорание» [7].	2
1	Приемлемая	«Без травмы или заболевания» [7]. «Незначительный, быстроустраняемый ущерб» [7].	1

«Результаты и вероятности могут быть объединены для представления уровня риска, генерируемого в соответствии с качественными критериями; полуколичественный метод использует числовую шкалу оценок для представления результатов и вероятности, а также может комбинировать их и использовать формулу для получения уровня риска» [7]. Количественная оценка риска рассчитывается по формуле 1.

$$R=A \cdot U, \quad (1)$$

где A – «коэффициент вероятности;

U – коэффициент тяжести последствий» [7].

«С другой стороны, при количественном анализе рассчитываются конкретные значения результатов и их соответствующие вероятности, и на

этой основе сообщается уровень риска в конкретных единицах измерения. Однако количественный анализ не всегда возможен из-за недостатка информации или связанных с этим человеческих факторов» [7].

«Оценка риска, R:

- 1-8 (низкий);
- 9-17 (средний);
- 18-25 (высокий)» [7].

«Стандартный подход к снижению риска требует применения всего необходимого иерархического порядка мер» [7].

Меры управления рисками представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Меры управления рисками

Идентификация опасности	Мероприятия по воздействию на риск
«Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны» [6]	Установка газоанализаторов
«Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [6]	Заземление производственного оборудования
«Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [6]	«Своевременное обслуживание зарядных устройств для аккумуляторов» [6]
«Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны» [6]	«Монтаж вентиляционного оборудования общей вентиляции здания. Установка местных отсосов» [6]
«Повреждение костно-мышечного аппарата работника при физических перегрузках» [6]	«Использование тележек и подъёмных механизмов» [6]
«Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [6]	«Своевременное обслуживание электрической части диспетчерского оборудования и АСУ» [6]

Вывод по разделу.

В разделе разработаны мероприятия по контролю выявленных профессиональных рисков на уровне «низкий».

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Проведём оценку антропогенной нагрузки ООО «Севернефтегазконтроль» на окружающую среду (таблица 10).

Таблица 10 – Антропогенная нагрузка ООО «Севернефтегазконтроль» на окружающую среду

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
ООО «Севернефтегазконтроль»	ГРС	Газообразные	Производственные сточные воды	ТКО
Количество в год		0,121512 т.	73,465408 т	977,469 тыс. м ³ /год

Определим, соответствуют ли технологии наилучшим доступным. Результаты анализа технологии на производстве представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Результаты соответствия технологий на производстве [9]

Структурное подразделение		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
номер	наименование		
1	ГРС	Обращение с отходами	Нет

Объем временного накопления отходов на площадке УРГ определяется мощностью мест промежуточного складирования.

Накопление отходов на площадке предприятия осуществляется в случаях:

- невозможности их своевременного использования в последующем технологическом цикле по причине отсутствия соответствующих технологий и/или производственных мощностей;
- при необходимости накопления отходов для формирования транспортной партии.

Обязанностью юридического лица является обеспечение раздельного

сбора образующихся отходов в соответствии с их видом, классом опасности в зависимости от их свойств, содержанием в составе отходов токсичных веществ, для удобства дальнейшего сбора и вывоза в специализированные организации. Временное накопление отходов в специально отведенных местах должно осуществляться в соответствии с санитарно-эпидемиологическими, гигиеническими, пожарными требованиями и нормативами.

Постоянные неорганизованные выбросы (установка запорной арматуры проектом не предусматривается.) отсутствуют.

Залповые (кратковременные) выбросы природного газа учитываются в годовых нормативах выбросов. Аварийные выбросы не нормируются.

Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Перечень загрязняющих веществ

Номер строки	Наименование загрязняющего вещества
1	Азота диоксид
2	Аммиак
3	Азот (II) оксид
4	Дигидросульфид
5	Метан
6	Смесь предельных углеводородов C ₁ H ₄ - C ₅ H ₁₂
7	Смесь предельных углеводородов C ₆ H ₁₄ - C ₁₀ H ₂₂
8	Пентилены (Амилены – смесь изомеров)
9	Бензол
10	Диметилбензол (смесь изомеров о-, м-, п-)
11	Метилбензол
12	Этилбензол
13	Гидроксибензол (фенол)
14	Формальдегид
15	Одорант СПМ

Результаты производственного экологического контроля представлены в таблицах 13-15.

Таблица 13 – Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Источник		Наименование загрязняющего вещества	Предельно допустимый выброс или временно согласованный выброс, г/с	Фактический выброс, г/с	Превышение предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса в раз (гр. 8 / гр. 7)	Дата отбора проб	Общее количество случаев превышения предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса	Примечание
номер	наименование	номер	наименование							
1	ООО «Севернефтегазконтроль»	1	ОС-60/Ф	Азота диоксид	0,022360	0,022360	-	-	-	-
				Аммиак	0,549128	0,549128	-	-	-	-
				Азот (11) оксид	0,240036	0,240036	-	-	-	-
				Дигидросульфид	0,293920	0,293920	-	-	-	-
				Метан	18,348052	18,348052	-	-	-	-
				Смесь предельных углеводородов C1H4- C5H12	26,330330	26,330330	-	-	-	-
				Смесь предельных углеводородов C6H14- C10H22	23,278775	23,278775	-	-	-	-
				Пентилены (Амилены - смесь изомеров)	1,486120	1,486120	-	-	-	-
				Бензол	0,824350	0,824350	-	-	-	-
				Диметилбензол (смесь изомеров о-, м-, п-)	0,574215	0,574215	-	-	-	-

Продолжение таблицы 13

Структурное подразделение (площадка, цех или другое)		Источник		Наименование загрязняющего вещества	Предельно допустимый выброс или временно согласованный выброс, г/с	Фактическ ий выброс, г/с	Превышение предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса в раз (гр. 8 / гр. 7)	Дата отбора проб	Общее количество случаев превышения предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса	Примечание
номер	наименование	номер	наименование							
1	ООО «Севернефтегазконтроль»	1	ОС-60/Ф	Метилбензол	1,330922	1,330922	-	-	-	-
				Этилбензол	0,021150	0,021150	-	-	-	-
				Гидроксibenзол (фенол)	0,070368	0,070368	-	-	-	-
				Формальдегид	0,092068	0,092068	-	-	-	-
				Одорант СПМ	0,003616	0,003616	-	-	-	-
Итого					73,465408	73,465408	-	-	-	-

Таблица 14 – Результаты проведения проверок работы очистных сооружений, включая результаты технологического контроля эффективности работы очистных сооружений на всех этапах и стадиях очистки сточных вод и обработки осадков

Тип очистно го сооруж ения	Год ввода в эксплуа тацию	Сведения о стадиях очистки, с указанием сооружений очистки сточных вод, в том числе дренажных, вод, относящихся к каждой стадии	Объем сброса сточных, в том числе дренажных, вод, тыс. м ³ /сут.; тыс. м ³ /год			Наименован ие загрязняющ его вещества или микроорган изма	Дата контроля (дата отбора проб)	Содержание загрязняющих веществ, мг/дм ³			Эффективност ь очистки сточных вод, %	
			проект ный	допустимый, в соответствии с разрешительн ым документом на право пользования водным объектом	факти ческий			прое ктное	допустимое, в соответствии с разрешением на сброс веществ и микрооргани змов в водные объекты	факти ческо е	проектн ая	факти ческа я
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	16	17
Очистные сооружения отсутствуют												

Таблица 15 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчётный 2023 год

Но мер стро ки	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификацио нному каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образова но отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальн ых предпринимат елей и юридических лиц, тонн	Утилизиро вано отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн
				хранение	накопление				
1	«Смеси нефтепродуктов, собранные при зачистке средств хранения и транспортирования нефти и нефтепродуктов» [8]	4 06 390 01 31 3	3	0	0	1350,7	0	1350,7	0
2	«Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15%)» [8]	9 19 204 02 60 4	4	0	0	0,029	0	0,029	0
3	«Обрезки и обрывки смешанных тканей» [8]	3 03 111 09 23 5	5	0	0	0,066	0	0,066	0

Продолжение таблицы 15

Но мер стро ки	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификацио нному каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образова но отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателе й и юридических лиц, тонн	Утилизиро вано отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн
				хранение	накопление				
4	«Обувь кожаная рабочая, утратившая потребительские свойства» [8]	4 03 101 00 52 4	4	0	0	0,099		0,099	0
5	«Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)» [8]	7 33 100 01 72 4	4	0	0	2,31	0	2,31	0
6	«Мусор с защитных решеток хозяйственно- бытовой и смешанной канализации малоопасный» [8]	7 22 101 01 71 4	4	0	0	0,375	0	0,375	0

Продолжение таблицы 15

Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн							
Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения		
1350,7	0	0	1350,7	0	0		
0,029	0	0	0,029	0	0		
0,066	0	0	0,066	0	0		
0,099	0	0	0,099	0	0		
2,31	0	0	2,31	0	0		
0,375	0	0	0,375	0	0		
Размещено отходов на эксплуатируемых объектах, тонн					Наличие отходов на конец года, тонн		
всего	хранение на собственных объектах размещения отходов, далее - ОРО		захоронение на собственных ОРО	хранение на сторонних ОРО	захоронение на сторонних ОРО	хранение	накопление
1350,7	0		0	0	1350,7	0	0
0,029	0		0	0	0,029	0	0
0,066	0		0	0	0,066	0	0
0,099	0		0	0	0,099	0	0
2,31	0		0	0	2,31	0	0
0,375	0		0	0	0,375	0	0

Характеристика мест временного накопления и размещения отходов выполнена в соответствии с СанПиН 1.2.3684-21.

Площадка № 1 — для сбора и временного хранения отходов ТКО и смета. Предусматривается нераздельный сбор отходов ТКО и смета. Общий объем образования смета: 4,37 т/год.

Сбор смета и ТКО осуществляется в индивидуальные металлические контейнеры с крышками, объемом 0,7 м³ каждый. Контейнеры установлены на площадке с твердым покрытием и ограждением. Площадка расположена в границах участка.

В соответствии с требованиями СанПиН 1.2.3684-21 вывоз ТКО осуществляется ежедневно в летний период и 1 раз в три дня в зимний согласно в организацию имеющую лицензию на осуществление деятельности по транспортировке, хранению, захоронению, утилизации, обезвреживание отходов после заключения соответствующего договора.

Вывод по разделу.

В разделе было установлено, расположение здания не препятствует отводу поверхностных вод с территории участка – отвод поверхностных и ливневых вод осуществляется лотками проездов и прилегающих улиц.

Мусор из здания собирается и упаковывается в специальные полиэтиленовые пакеты. Удаление отходов предусматривается в специализированные контейнера, находящиеся на специально оборудованной площадке. Контейнеры с отходами вывозятся специализированным транспортом по договору с соответствующей организацией коммунального хозяйства.

6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

Большинство аварий на газопроводах связано с образованием трещин и свищей. Наличие таких аварий приводит к значительным ущербам для окружающей среды за счет выбросов вредных газообразных и жидких веществ в атмосферу и на почву. Свыше 50% аварий на трубопроводах сопровождались воспламенением природного газа, истекающего из поврежденного трубопровода.

В целях своевременной локализации и ликвидации аварий, а также рационального и подконтрольного использования материально-технических ресурсов на ГП создан неснижаемый аварийный и эксплуатационный запас запасных частей и материалов. Размещение и хранение неснижаемого аварийного запаса осуществляется по учету материальных ценностей, в порядке, установленном для хранения материальнотехнических ресурсов на складах ООО «Севернефтегазконтроль».

Для принятия эффективных мер по локализации и ликвидации аварийной ситуации, для организации управления, связи и оповещения на объекте Ответственный руководитель создает командный пункт.

При обнаружении факта аварии – незамедлительно оповестить работников о случившейся аварии (гудком автомобиля, сиреной), прекратить все работы.

Силы и средства ООО «Севернефтегазконтроль» по ликвидации аварий и чрезвычайных ситуаций различного характера включают: добровольные пожарные дружины (в каждом подразделении) штатные формирования постоянной готовности [4].

Для ликвидации аварий привлекаются оперативные группы военизированного отряда ВЧ ООО «Севернефтегазконтроль».

При распространении опасной зоны (зоны загазованности) на территорию КГС, оперативные переключения выполняют представители ГСС с использованием изолирующих противогазов (дыхательных аппаратов).

Собрать схему сброса давления с аварийного газопровода шлейфа на ГФУ продувки шлейфов. Организовать порядок взаимодействия работников ГП, с работниками газоспасательных и других специализированных служб.

Доставка аварийно-спасательного и восстановительного оборудования к местам локализации и ликвидации возможных аварий предусмотрена сухопутным транспортом по существующим дорогам, вдоль трассовых проездов, а при безотлагательных обстоятельствах и при распутице (в условиях бездорожья) – с помощью воздушного транспорта (вертолетом).

Система оповещения о чрезвычайных ситуациях включает в себя оповещение должностных лиц, противоаварийные службы и персонал объекта.

Система связи, управления и оповещения персонала на территории объектов организована с использованием внутриобъектовой производственной связи.

Оперативно-диспетчерская радиосвязь и информирование выездных бригад при проведении каких-либо работ на объектах о возможной опасности и чрезвычайных ситуациях, доведение сигналов ЧС до единой дежурной диспетчерской службы (ЕДДС) муниципального образования осуществляется посредством носимых радиостанций, работающих в аналоговом режиме в зоне обслуживания сети оперативной радиосвязи.

Диспетчер оповещает выездные бригады и обслуживающий персонал проектируемых объектов посредством системы подвижной радиосвязи [3].

Выездные бригады, оснащенные носимыми взрывобезопасными радиостанциями, в случае возникновения пожара связываются с ближайшим пожарным депо через дежурного диспетчера ООО «Севернефтегазконтроль».

Одним из важнейших мероприятий, направленным на обеспечение защиты людей при возможных аварийных ситуациях, является осуществление эвакуации работающих из зоны чрезвычайной ситуации в безопасные места, в соответствии с планами комиссии по чрезвычайным ситуациям (КЧС и ПБ).

Для беспрепятственной эвакуации людей с производственных объектов,

расположенных на месторождении им. В. Н. Виноградова, предусматриваются автомобильные дороги. Подъездные дороги и вдольтрассовые проезды могут использоваться для эвакуации обслуживающего персонала, обеспечение подъезда специального (грузоподъемного и пожарного) автотранспорта для ликвидации чрезвычайной ситуации.

Персонал эвакуируется по маршруту прокладки автодорог. В пределах месторождения эвакуация персонала и передвижение сил и средств по тушению пожаров и ликвидации аварий производится по внутрипромысловым дорогам с твердым покрытием и достаточна для осуществления эвакуационных мероприятий. Проезды и подъезды одновременно являются пожарными проездами и путями эвакуации.

Паспорт безопасности представлен в приложении А.

Вывод по разделу.

В разделе определено, что в целях своевременной локализации и ликвидации аварий, а также рационального и подконтрольного использования материально-технических ресурсов на ГП создан неснижаемый аварийный и эксплуатационный запас запасных частей и материалов. Размещение и хранение неснижаемого аварийного запаса осуществляется по учету материальных ценностей, в порядке, установленном для хранения материальнотехнических ресурсов на складах ООО «Севернефтегазконтроль».

Для ликвидации аварий привлекаются оперативные группы военизированного отряда ВЧ ООО «Севернефтегазконтроль». Доставка аварийно-спасательного и восстановительного оборудования к местам локализации и ликвидации возможных аварий предусмотрена сухопутным транспортом по существующим дорогам, вдоль трассовых проездов, а при безотлагательных обстоятельствах и при распутице (в условиях бездорожья) – с помощью воздушного транспорта (вертолетом).

7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В работе предлагаются следующие технические решения:

- осмотр трассы трубопровода с использованием БПЛА квадрокоптерного типа;
- роботизированный внутритрубный инспекционный комплекс.

Для сбора видео в этом исследовании предлагается дрон DJI Mavic Pro. Захваченные видео с дрона имеют разрешение 3840×2160 пикселей при частоте 30 кадров/с. Mavic Pro увеличивает максимальную дальность полета Mavic примерно до 7 км и остается в воздухе в течение 24 минут подряд.

План реализации данных мероприятий представлен в таблице 16.

Таблица 16 – План реализации мероприятий по снижению травматизма

Мероприятие	Цель	Дата	Исполнитель	Стоимость, руб.	Источник финансирования
Закупка дрона DJI Mavic Pro	Снижение производственного травматизма за счёт проведения работ дистанционно	2024 год	Руководитель отдела снабжения	200000	Бюджет организации
Закупка мобильных устройств для работы с DJI Mavic Pro		2024 год		20000	
Обучение работников работе на DJI Mavic Pro		2024 год	Инженер по ОТ	10000	
Итого	-	-	-	230000	-

Предложенный метод контроля был оценен на подготовленном испытательном стенде. Результаты экспериментов показывают, что предлагаемый метод визуального контроля может оградить работников от несчастных случаев, связанных с работами в опасных зонах контроля газопровода..

Рассчитаем величину скидки к страховому тарифу по обязательному социальному страхованию для ООО «Севернефтегазконтроль» на 2027 год. Данные для расчетов скидок и надбавок представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Данные для расчетов скидок и надбавок

Показатель	Условные обозначения	Единицы измерения	2023 год	2024 год	2025 год	2026 год
«Среднесписочная численность работающих» [15]	N	чел	40	40	40	40
«Количество страховых случаев за год» [15]	K	шт.	1	0	0	0
«Количество страховых случаев за год, исключая со смертельным исходом» [15]	S	шт.	1	0	0	0
«Число дней временной нетрудоспособности» [15]	T	дн	32	0	0	0
«Сумма обеспечения по страхованию» [15]	O	руб.	400000	0	0	0
«Фонд заработной платы за год» [15]	ФЗП	руб.	45000000	45000000	45000000	45000000
«Число рабочих мест, на которых проведена оценка условий труда» [15]	q11	шт.	-	40	-	-
«Число рабочих мест, подлежащих специальной оценке условий труда» [15]	q12	шт.	-	40	-	-
«Число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным классам условий труда по результатам аттестации» [15]	q13	шт.	-	5	-	-
«Число работников, прошедших обязательные медицинские осмотры» [15]	q21	чел	40	40	40	40
«Число работников, подлежащих направлению на обязательные медицинские осмотры» [15]	q22	чел	40	40	40	40

Рассчитаем скидку на страхование работников по формуле 2:

$$C(\%) = \left\{ 1 - \frac{\left(\frac{a_{cmp} + b_{cmp} + c_{cmp}}{a_{взд} + b_{взд} + c_{взд}} \right)}{3} \right\} \cdot q_1 \cdot q_2 \cdot 100, \quad (2)$$

Показатель a_{cmp} рассчитывается по следующей формуле 3:

$$a_{cmp} = \frac{O}{V}, \quad (3)$$

где «О – сумма обеспечения по страхованию, произведенного за три года, предшествующих текущему, (руб.);

V – сумма начисленных страховых взносов за три года, предшествующих текущему (руб.)» [15]:

$$V = \sum \Phi 3П t_{cmp}, \quad (4)$$

где t_{cmp} – «страховой тариф на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [15].

$$V = \sum 135000000 \cdot 0,012 = 1620000 \text{ руб.}$$

$$a_{cmp} = \frac{0}{1620000} = 0$$

Показатель b_{cmp} рассчитывается по формуле 5:

$$b_{cmp} = \frac{K \cdot 1000}{N}, \quad (5)$$

где K – «количество случаев, признанных страховыми за три года, предшествующих текущему;

N – среднесписочная численность работающих за три года, предшествующих текущему (чел.)» [15];

$$b_{cmp} = \frac{0 \cdot 1000}{40} = 0$$

Показатель $c_{стр}$ рассчитывается по следующей формуле 6:

$$c_{cmp} = \frac{T}{S}, \quad (6)$$

где T – «число дней временной нетрудоспособности в связи с несчастными случаями, признанными страховыми, за три года, предшествующих текущему;

S – количество несчастных случаев, признанных страховыми, исключая случаи со смертельным исходом, за три года, предшествующих текущему» [15].

$$c_{cmp} = 0$$

Коэффициент q_1 рассчитывается по следующей формуле 7:

$$q_1 = \frac{(q_{11} - q_{13})}{q_{12}}, \quad (7)$$

где q_{11} – «количество рабочих мест, в отношении которых проведена специальная оценка условий труда на 1 января текущего календарного года организацией, проводящей специальную оценку условий труда, в установленном законодательством Российской Федерации порядке;

q_{12} – общее количество рабочих мест;

q_{13} – количество рабочих мест, условия труда на которых отнесены к вредным или опасным условиям труда по результатам проведения специальной оценки условий труда» [15].

$$q_1 = \frac{40 - 5}{40} \approx 0,88$$

Коэффициент q_2 рассчитывается по следующей формуле 8:

$$q_2 = \frac{q_{21}}{q_{22}}, \quad (8)$$

где q_{21} – «число работников, прошедших обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами на 1 января текущего календарного года;

q_{22} – число всех работников, подлежащих данным видам осмотра, у страхователя» [15].

$$q_2 = \frac{40}{40} = 1$$

$$C(\%) = \left\{ 1 - \frac{\left(\frac{0}{0,02} + \frac{0}{0,25} + \frac{0}{48,5} \right)}{3} \right\} \cdot 0,88 \cdot 1 \cdot 100 \approx 88$$

Принимаем скидку на страхование работников равной 40 %.
Рассчитываем размер страхового тарифа на следующий год с учетом скидки или надбавки по формуле 9:

$$t_{стр}^{след} = t_{стр}^{тек} - t_{стр}^{тек} \cdot C, \quad (9)$$

$$t_{стр}^{след} = 1,2 - 1,2 \cdot 0,40 = 0,67$$

Рассчитываем размер страховых взносов по новому тарифу в следующем году по формуле 10:

$$V^{след} = \Phi 3 \Pi^{тек} \cdot t_{стр}^{след}, \quad (10)$$

$$V^{тек} = 45000000 \cdot 0,012 = 540000 \text{ руб.}$$

$$V^{след} = 45000000 \cdot 0,0067 = 301500 \text{ руб.}$$

Определяем размер экономии (роста) страховых взносов в следующем году по формуле 11:

$$\mathcal{E} = V^{тек} - V^{след}, \quad (11)$$

$$\mathcal{E} = 540000 - 301500 = 238500 \text{ руб.}$$

Далее выполним расчет экономического эффекта для ООО «Севернефтегазконтроль» от снижения травматизма.

Оценка экономического эффекта определяется по формуле 12:

$$\mathcal{E}_e = \mathcal{E} - \mathcal{Z}_{ед}, \quad (12)$$

где $\mathcal{Z}_{ед}$ – «единовременные затраты на проведение мероприятий по улучшению условия труда, руб.» [14].

$$\mathcal{E}_e = 238500 - 230000 = 8500 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости затрат определяется по формуле 13.

$$T_{ед} = \frac{\mathcal{Z}_{ед}}{\mathcal{E}_e} \quad (13)$$

$$T_{ед} = \frac{230000}{238500} = 0,96 \text{ лет}$$

Вывод по разделу.

За счёт обеспечения безопасности рабочих мест ООО «Севернефтегазконтроль» сможет сэкономить на уплате взносов на страхование работников от производственного травматизма 238500 руб.

Заключение

В первом разделе определено, что на объектах газопровода предусматривается предпусковая внутритрубная диагностика газопровода. Контроль технического состояния на газопроводе, осуществляется путем пропуска диагностических устройств, проведения технического обследования. Газопровод оборудован сигнальными приборами, регистрирующими прохождение внутритрубных инспекционных снарядов.

Во втором разделе установлено, что проведение диагностики особо ответственных участков трубопроводов может быть осуществлено диагностическими средствами, обеспечивающими выявление дефектов, оценку формы дефектов, их ориентацию и взаимное расположение. При этом выявляются коррозионные, термические и усталостные трещины, каверны, язвы, потеря металла, непровары сварных швов.

Установлено, что техническое обслуживание трубопровода включает:

- осмотр трассы трубопровода (наблюдение за состоянием трассы ПТ, элементов трубопровода и его деталей, находящихся на поверхности земли);
- ревизию трубопровода, которая проводится с использованием внутритрубных инспекционных снарядов.

Определено, что для обеспечения возможности обслуживания и ремонта необходимыми средствами и механизмами в любое время, предусмотрены постоянно действующие подъезды с существующих автомобильных дорог.

На основании результатов ревизий и диагностики разрабатывается график выполнения ремонтных работ на промышленном трубопроводе.

В третьем разделе предлагаются следующие технические решения:

- осмотр трассы трубопровода с использованием БПЛА квадрокоптерного типа;
- роботизированный внутритрубный инспекционный комплекс.

Эти решения направлены на обнаружение целевых потенциальных основных проблем – не соосности труб и износа системы, которые могут вызвать критические сбои трубопровода, и прогнозирование прогресса обнаруженных проблем путем периодического сбора и анализа данных изображений.

Для сбора видео в этом исследовании предлагается дрон DJI Mavic Pro. Захваченные видео с дрона имеют разрешение 3840×2160 пикселей при частоте 30 кадров/с. Mavic Pro увеличивает максимальную дальность полета Mavic примерно до 7 км и остается в воздухе в течение 24 минут подряд.

DJI Mavic Pro оснащен системой глобального позиционирования (GPS), которая записывает данные GPS и может определять местоположение неисправности для своевременного обслуживания. В этом исследовании предлагается к использованию программное обеспечение Dash-ware для связи видео и данных GPS, определяющее местоположение в каждом кадре с продольными и широтными координатами и показывающее высоту дрона от земли, вертикальную скорость и дистанцию взлета.

Предложенный метод контроля был оценен на подготовленном испытательном стенде. Результаты экспериментов показывают, что предлагаемый метод визуального контроля может добиться достойных результатов контроля на построенном испытательном стенде.

В четвёртом разделе разработаны мероприятия по контролю выявленных профессиональных рисков на уровне «низкий».

В пятом разделе было установлено, расположение здания не препятствует отводу поверхностных вод с территории участка – отвод поверхностных и ливневых вод осуществляется лотками проездов и прилегающих улиц.

Мусор из здания собирается и упаковывается в специальные полиэтиленовые пакеты. Удаление отходов предусматривается в специализированные контейнера, находящиеся на специально оборудованной площадке. Контейнеры с отходами вывозятся специализированным

транспортом по договору с соответствующей организацией коммунального хозяйства.

В шестом разделе определено, что в целях своевременной локализации и ликвидации аварий, а также рационального и подконтрольного использования материально-технических ресурсов на ГП создан неснижаемый аварийный и эксплуатационный запас запасных частей и материалов. Размещение и хранение неснижаемого аварийного запаса осуществляется по учету материальных ценностей, в порядке, установленном для хранения материальнотехнических ресурсов на складах ООО «Севернефтегазконтроль».

Для ликвидации аварий привлекаются оперативные группы военизированного отряда ВЧ ООО «Севернефтегазконтроль». Доставка аварийно-спасательного и восстановительного оборудования к местам локализации и ликвидации возможных аварий предусмотрена сухопутным транспортом по существующим дорогам, вдоль трассовых проездов, а при безотлагательных обстоятельствах и при распутице (в условиях бездорожья) – с помощью воздушного транспорта (вертолетом).

За счёт обеспечения безопасности рабочих мест ООО «Севернефтегазконтроль» сможет сэкономить на уплате взносов на страхование работников от производственного травматизма 60000000 руб.

Список используемых источников

1. Взрывоопасные среды [Электронный ресурс] : ГОСТ 31610.10-1-2022. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/78842/> (дата обращения: 27.06.2024).
2. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций [Электронный ресурс] : СО 153-34.21.122-2003. URL: <https://belgrupp.by/wp-content/uploads/2019/01/SO-153-34.21.122-2003.pdf> (дата обращения: 27.06.2024).
3. О гражданской обороне [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 12.02.1998г. № 28-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901701041?ysclid=ld8o366ce263882703> (дата обращения: 27.06.2024).
4. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ. URL: <https://sudrf.cntd.ru/document/9009935> (дата обращения: 27.06.2024).
5. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 27.06.2024).
6. Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=409457&ysclid=ld8jp94kat939272210> (дата обращения: 27.06.2024).
7. Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=411523&ysclid=ld8jqdwcm8100411018> (дата обращения: 05.07.2024).

8. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22.05.2017 № 242. URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 27.07.2024).

9. Об утверждении формы отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля [Электронный ресурс] : Приказ Минприроды России от 15.03.2024 № 173. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=472325> (дата обращения: 05.07.2024).

10. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества [Электронный ресурс] : СанПиН 2.1.4.1116-02. URL: <https://snip.ruscable.ru/Index1/41/41662.htm> (дата обращения: 27.06.2024).

11. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий [Электронный ресурс] : СанПиН 2.1.3684-21. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573536177?ysclid=m0v1917eds335296723> (дата обращения: 27.06.2024).

12. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов [Электронный ресурс] : СП 61.13330.2012. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200091050?ysclid=m0v15nher3734610364> (дата обращения: 27.06.2024).

13. Трубопроводы промышленные для нефти и газа. Правила проектирования и производства работ [Электронный ресурс] : СП 284.1325800.2016. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456096925?ysclid=m0v14uqkc4759695854> (дата

обращения: 27.06.2024).

14. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 27.06.2024).

15. Фрезе Т. Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности. Выполнение раздела выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» : электронное учебно-методическое пособие / Т.Ю. Фрезе. Тольятти : Изд-во ТГУ, 2022. 1 оптический диск. ISBN 978-5-8259-1456-5.

16. Jr J., Adamowski J., Marcos G., Buiocchi F., and Camerini C., Autonomous system for oil pipelines inspection, *Mechatronics*, vol. 9, no. 7, pp. 731-743

17. Kim, D.G., K.J. Shin, and J.H. Woo. 2020. Displacement measurement of steel pipe support using image processing technology. *Journal of Image and Graphics* 8(3): 80-84.

18. Sarno Di, and Karagiannakis G.. 2020. On the seismic fragility of pipe rack-Piping systems considering soil-structure interaction. *Bulletin of Earthquake Engineering* 18(6): 2723-2757.

19. Sorensen, S.P., and K.J. Meyer. 2003. Effect of the Denali fault rupture on the Trans-Alaska pipeline. In *Advancing Mitigation Technologies and Disaster Response for Lifeline Systems*, ed. J.E. Beavers, 547-555.

20. W. Zhao, M. Kamezaki, K. Yamaguchi, M. Konno, A. Onuki, and S. Sugano, “A wheeled robot chain control system for underground facilities inspection using visible light communication and solar panel receivers,” *IEEE/ASME Trans. Mechatronics*, vol. 27, no. 1, pp. 180-189.

Приложение А

Паспорт безопасности

ООО «Севернефтегазконтроль»
(наименование объекта (территории))

город Курган
(наименование населенного пункта)

2024 г.

I. Общие сведения об объекте (территории)

Министерство промышленности и торговли Курганской области
(наименование органа (организации), в ведении которого находится объект (территория), адрес, телефон, факс, адрес электронной почты)

640023, Курганская область, г. Курган, мкр. 6а, д. 7а, 17

(адрес объекта (территории), телефон, факс, адрес, электронной почты)

Испытания и анализ физико-механических свойств материалов и веществ
(основной вид деятельности органа (организации), в ведении которого находится объект (территория))

Вторая категория
(категория объекта (территории))

100000 м²

(общая площадь объекта (территории), кв. метров, протяженность периметра, метров)

-

(сведения о государственной регистрации права на объект недвижимого имущества)

Жданов Михаил Андреевич – генеральный директор
(ф.и.о. должностного лица, осуществляющего непосредственное руководство деятельностью работников на объекте (территории), служебный и (или) мобильный телефоны, факс, адрес электронной почты)

-

(ф.и.о. руководителя органа (организации), в ведении которого находится объект (территория), служебный и (или) мобильный телефоны, факс, адрес электронной почты)

II. Сведения о работниках (сотрудниках) объекта (территории) и иных лицах, находящихся на объекте (территории)

1. Режим работы объекта (территории)

ежедневно с 08:00 до 22:00.

(продолжительность, начало и окончание рабочего дня)

2. Общее количество работников (сотрудников) объекта (территории) 90. (человек)

Продолжение приложения А

3. Среднее количество находящихся на объекте (территории) в течение рабочего дня работников (сотрудников) объекта (территории), работников (сотрудников), осуществляющих охрану объекта (территории), арендаторов и иных лиц, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории), _1900_. (человек)

4. Среднее количество находящихся на объекте (территории) в нерабочее время, ночью, в выходные и праздничные дни работников (сотрудников) объекта (территории), работников (сотрудников), осуществляющих охрану объекта (территории), арендаторов и иных лиц, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории), _175_. (человек)

5. Сведения об арендаторах и иных лицах, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории)

Арендаторы отсутствуют

(полное и сокращенное наименование организации, основной вид деятельности, общее количество работников (сотрудников), расположение рабочих мест на объекте (территории), занимаемая площадь (кв. метров), режим работы, ф.и.о., номера телефонов (служебного, мобильного) руководителя организации, срок действия аренды и (или) иные условия нахождения (размещения) на объекте (территории))

III. Сведения о потенциально опасных участках и (или) критических элементах объекта (территории)

1. Потенциально опасные участки объекта (территории) (при наличии)

Наименование	Количество человек, находящихся на участке, человек	Общая площадь, кв. метров	Характер террористической угрозы	Характер возможных последствий
Лаборатория	85 человек	7600	Захват заложников	Взрыв, гибель, ранения заложников

2. Критические элементы объекта (территории) (при наличии)

В качестве критических элементов объекта указываются те элементы, которые могут быть предметом атаки в случае теракта. Например, несущие конструкции, сосуды под давлением свыше 0,07 МПа, иные ОПО и т.д.

Наименование	Количество человек, находящихся на участке, человек	Общая площадь, кв. метров	Характер террористической угрозы	Характер возможных последствий
-	-	-	-	-

Продолжение приложения А

3. Возможные места и способы проникновения на объект (территорию)

КПП предприятия

4. Наиболее вероятные средства поражения, которые могут применяться при совершении террористического акта

Взрывные устройства.

IV. Прогноз последствий совершения террористического акта на объекте (территории)

1. Предполагаемые модели действий нарушителей

Взятие заложников.

(краткое описание основных угроз совершения террористического акта на объекте (территории), возможность размещения на объекте (территории) взрывных устройств, захват заложников из числа работников и иных лиц, находящихся на объекте (территории), наличие рисков химического, биологического и радиационного заражения (загрязнения)

2. Возможные последствия совершения террористического акта на объекте (территории)

7600 м²

(площадь возможной зоны разрушения (заражения) в случае совершения террористического акта, кв. метров, иные ситуации в результате совершения террористического акта)

3. Оценка социально-экономических последствий совершения террористического акта на объекте (территории)

Возможные людские потери, человек	Возможные нарушения инфраструктуры	Возможный экономический ущерб, рублей
До 85 человек	Разрушение зданий	До 25 млн. рублей

V. Силы и средства, привлекаемые для обеспечения антитеррористической защищенности объекта (территории)

1. Силы, привлекаемые для обеспечения антитеррористической защищенности объекта (территории)

Охрана осуществляется ЧОП по договору

2. Средства, привлекаемые для обеспечения антитеррористической защищенности объекта (территории)

Специальные средства и вооружение (гражданское и служебное оружие)

Продолжение приложения А

VI. Меры по инженерно-технической, физической защите и пожарной безопасности объекта (территории)

1. Меры по инженерно-технической защите объекта (территории):

а) объектовые и локальные системы оповещения

Локальная система оповещения РСЧС и система оповещения о пожаре

(наличие, марка, характеристика)

б) резервные источники электро-, тепло-, газо- и водоснабжения, систем связи

Отсутствуют

(наличие, количество, характеристика)

в) технические системы обнаружения несанкционированного проникновения на объект (территорию), оповещения о несанкционированном проникновении на объект (территорию) или системы физической защиты

Система охраны

(наличие, марка, количество)

г) стационарные и ручные металлоискатели

Стационарные арочные металлоискатели – 2 шт.

Ручные металлоискатели – 2 шт.

(наличие, марка, количество)

д) телевизионные системы охраны

Система видеонаблюдения в коридорах зданий и периметра

(наличие, марка, количество)

е) системы охранного освещения

Светодиодное охранное освещение

(наличие, марка, количество)

2. Меры по физической защите объекта (территории):

а) количество контрольно-пропускных пунктов (для прохода людей и проезда транспортных средств)

Количество КПП – 2

б) количество эвакуационных выходов (для выхода людей и выезда транспортных средств)

4 эвакуационных выходов

Продолжение приложения А

в) электронная система пропуска

СКУД

(наличие, тип установленного оборудования)

г) укомплектованность личным составом нештатных аварийно-спасательных формирований (по видам подразделений)

Отсутствуют

(человек, процентов)

3. Меры по обеспечению пожарной безопасности объекта (территории):

а) наружное противопожарное водоснабжение

Кольцевая сеть – 200 мм

(наличие, тип, характеристика)

б) внутреннее противопожарное водоснабжение

Внутренний пожарный водопровод

(наличие, тип, характеристика)

в) автоматическая установка пожарной сигнализации

Адресная пожарная сигнализация с выводом на пульт охраны

(наличие, тип, характеристика)

г) автоматическая установка пожаротушения

Отсутствует

(наличие, тип, характеристика)

д) система противодымной защиты

Отсутствует

(наличие, тип, характеристика)

е) система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

СОУЭ второго типа

(наличие, тип, характеристика)

ж) противопожарное состояние путей эвакуации и эвакуационных выходов

Эвакуационные пути и выходы соответствуют требованиям

(количество, параметры)

Продолжение приложения А

4. План взаимодействия с территориальными органами безопасности, территориальными органами МВД России и территориальными органами Росгвардии по защите объекта (территории) от террористических угроз

(наличие, реквизиты документа)

VII. Выводы и рекомендации

Надежность охраны и способность противостоять попыткам совершения террористических актов и иных противоправных действий реализована в полной мере

VIII. Дополнительная информация с учетом особенностей объекта (территории)

Отсутствует

(наличие на объекте (территории) режимно-секретного органа, его численность (штатная и фактическая), количество сотрудников объекта (территории), допущенных к работе со сведениями, составляющими государственную тайну, меры по обеспечению режима секретности и сохранности секретных сведений)

(наличие на объекте (территории) локальных зон безопасности)

(другие сведения)
