

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 Безопасная эксплуатация электротехнического оборудования

Обучающийся

Н.О. Анисимов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.б.н., доцент, Н.Ю. Мичурина

(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 «Безопасная эксплуатация электротехнического оборудования».

В разделе «Анализ безопасности при эксплуатации электротехнического оборудования» анализируются требования к оборудованию, организация производственного контроля, анализ отказов при эксплуатации электротехнического оборудования, методы диагностики безопасности электротехнического оборудования.

В разделе «Повышение безопасности эксплуатации электротехнического оборудования» предлагаются организационно-технические мероприятия по повышению безопасности эксплуатации электротехнического оборудования.

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

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» определена антропогенная нагрузка предприятия на окружающую среду и оформлены результаты производственного экологического контроля по предприятию.

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» разработан план действий по предупреждению и ликвидации ЧС на предприятии.

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

Работа состоит из семи разделов на 67 страницах и содержит 26 таблиц и 2 рисунка.

## Содержание

Введение.....	4
Термины и определения .....	6
Перечень сокращений и обозначений.....	7
1 Анализ безопасности при эксплуатации электротехнического оборудования .....	8
2 Повышение безопасности эксплуатации электротехнического оборудования .....	21
3 Охрана труда.....	31
4 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	38
5 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях .....	44
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	54
Заключение .....	61
Список используемых источников .....	64

## Введение

В связи с быстрым увеличением численности населения земного шара электрическая нагрузка быстро возрастает, и электрическое оборудование, такое как генератор, трансформатор и линия электропередачи в энергосистеме, является важной основой для производства.

Сейчас большинство энергосистем используют режим автоматизированного мониторинга, поэтому безопасность работы электрооборудования очень важна. Таким образом, разработка и исследование его интеллектуальной сети в настоящее время стали ключевым объектом исследований.

В последние годы, в связи с быстрым развитием технологий, Интернет вещей и раннее предупреждение о безопасности электрооборудования объединяются, чтобы использовать их соответствующие преимущества для создания нового способа мониторинга электрооборудования и системы раннего предупреждения. Благодаря различным ключевым технологиям Интернета вещей, таким как сенсорные технологии, сетевые коммуникационные технологии и технологии облачных вычислений, обмен данными, информацией и связь между электрооборудованием и интернет-технологиями осуществляются в соответствии с согласованным протоколом, а безопасность рабочего состояния электрооборудования контролируется в режиме реального времени, чтобы предотвратить отказ энергооборудования и другие проблемы. На основе этого актуальным является изучение системы мониторинга электрооборудования и раннего предупреждения неисправностей электротехнического оборудования с точки зрения современных технологии.

Цель работы – предложить организационно-технические мероприятия по повышению безопасности эксплуатации электротехнического оборудования.

Задачи:

- проанализировать требования к оборудованию, организация производственного контроля, анализ отказов при эксплуатации электротехнического оборудования, методы диагностики безопасности электротехнического оборудования;
- проанализировать средства коллективной и индивидуальной защиты на рабочих местах персонала;
- провести экспертную оценку достаточности и эффективности существующих средств защиты;
- рассмотреть возможные организационно-технические мероприятия по повышению безопасности эксплуатации электротехнического оборудования;
- выполнить оценку эффективности разработанных мероприятий по повышению безопасности эксплуатации электротехнического оборудования.

## 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.

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме [15].

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 [19].

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» [9].

Оценка профессиональных рисков – это выявление возникающих в процессе осуществления трудовой деятельности опасностей, определение их величины и тяжести потенциальных последствий [3].

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

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 [19], другими федеральными законами.

## Перечень сокращений и обозначений

В настоящей работе применяются следующие сокращения и обозначения:

АРМ – автоматизированное рабочее место.

КИП – контрольно-измерительные приборы.

НКПВ – нижний концентрационный предел взрываемости.

НТД – нормативно-техническая документация.

ОПО – опасный производственный объект.

ОРО – объект размещения отходов.

ПАЗ – противоаварийная автоматическая защита.

ПВР – пункт временного размещения.

ПДВ – предельно допустимые выбросы.

ПМЛА – план мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий.

РИП – резервный источник питания.

СИЗ – средство индивидуальной защиты.

ФККО – федеральный классификационный каталог отходов.

ЧС – чрезвычайная ситуация.

## 1 Анализ безопасности при эксплуатации электротехнического оборудования

Первичная переработка нефти, осуществляемая на установке ЭЛОУ-АТ-6, включает в себя следующие процессы:

- электрообессоливание и обезвоживание нефти;
- атмосферная перегонка нефти;
- щелочная обработка бензиновой фракции.

«Сырая нефть в качестве примесей содержит в основном хлористые соли одновалентных ( $\text{Na}^+$  – натрий,  $\text{K}^+$  – калий) и двухвалентных ( $\text{Ca}^{2+}$  – кальций,  $\text{Mg}^{2+}$  – магний) металлов» [5], которые очень хорошо растворимы в воде. Водные растворы хлористых солей при повышенной температуре интенсивно гидролизуются с выделением сильно корродирующего соединения – хлористого водорода ( $\text{HCl}$ ).

Хлористые соли одновалентных металлов ( $\text{NaCl}$  и  $\text{KCl}$ ) гидролизуются в незначительной степени, поэтому они относятся к разряду слабых источников коррозии. Хлориды двухвалентных металлов ( $\text{CaCl}_2$  и  $\text{MgCl}_2$ ), при подогреве нефти до  $120\text{ }^\circ\text{C}$  и выше в присутствии воды интенсивно гидролизуются.

При растворении в воде хлорида водорода  $\text{HCl}$ , образующегося при гидролизе хлористых солей двухвалентных металлов, получается соляная кислота, которая легко вступает в химическую реакцию с железом.

Образующийся хлорид железа хорошо растворим в воде, поэтому легко удаляется из зоны реакции.

Механизм процесса, определяемого первым фактором, заключается в вымывании оставшихся в сырой нефти солей водой, содержащей мало солей.

Механизм процесса, определяемого вторым фактором, заключается в снижении концентрации воды, содержащейся в нефти, что само по себе снижает содержание солей в обессоленной нефти.

Значительную стойкость нефтяным эмульсиям обычно придает



присутствующий в нефти эмульгатор, который адсорбируется на поверхности диспергированных частиц в виде защитного слоя, препятствуя их слиянию при столкновениях.

Уровень раздела фаз в электродегидраторе ЭД-2 поддерживается регулятором поз. LIRCA-2-3 с помощью клапана LV-006 (режим 1.1), который установлен на линии подачи промывной воды к См-1, или клапана LV-004 (режим 1.2), который установлен на трубопроводе вывода соленой воды из электродегидратора ЭД-1.

Наличие газовой подушки в электродегидраторе ЭД-2 контролируется по приборам поз. LZA-2-1 (LZA-2-2). При появлении газовой подушки в электродегидраторе ЭД-2 происходит срабатывание сигнализации и блокировка по прекращению подачи напряжения на электроды электродегидратора.

При открытии ворот защитного ограждения высоковольтных трансформаторов срабатывает сигнализация и блокировка по прекращению подачи напряжения на электроды электродегидратора.

Электродегидратор ЭД-2 оборудован блоком предохранительных клапанов (рабочий/резервный) с установочным давлением 1,2 МПа, сброс от которых направляется через коллектор в колонну К-1. Для освобождения (вытеснения) нефти из электродегидратора ЭД-2 в колонну К-1 предусматривается байпас предохранительных клапанов, с установленным отсечным клапаном XV-13 с дистанционным управлением.

Солесодержащая вода из электродегидратора ЭД-2 непрерывно отводится на прием насосов Н-13/1(2) и через клапан LV-006 (режим 1.1) подается к смесителю См-1.

Системой автоматизации насосов Н-13/1(2) предусмотрено:

- контроль давления на приеме манометрами PG-217 (PG-220);
- контроль давления на нагнетании манометрами PG-216 (PG-219) и приборам поз. PIRA-088 (PIRA-090). При снижении давления на нагнетании насосов до 1,2 МПа или повышении до давления до 1,45

МПа срабатывает световая и звуковая сигнализация;

- контроль давления в бачке системы охлаждения затворной жидкости (СОЗЖ) с предупредительной сигнализацией при повышении давления до 0,15 МПа по прибору поз. PIRA-089 (PIRA-091);
- контроль температуры охлаждающей жидкости с предупредительной сигнализацией при повышении температуры до 90 °С по прибору поз. TIRA-168 (TIRA-171);

Остановка насосов и запрет пуска при:

- минимальном уровне затворной жидкости в бачке СОЗЖ по прибору поз. LZRA-048 (LZRA-050);
- повышении температуры подшипников насоса до 110 °С с предупредительной сигнализацией при 100 °С по прибору поз. TZIRA-166/1,2 (TZIRA-169/1,2);
- повышении температуры подшипников электродвигателя до 100 °С с предупредительной сигнализацией при 90 °С по прибору поз. TZIRA-167/1,2 (TZIRA-170/1,2);
- отсутствии жидкости в приемном трубопроводе насоса по прибору поз. LZRA-047 (LZRA-049).

При необходимости, для ремонта электродегидраторов ЭД-1, ЭД-2 во время работы установки, имеется возможность отключения любого электродегидратора без снижения производительности установки.

Обессоленная и обезвоженная нефть после электродегидратора ЭД-2 поступает на вторую ступень подогрева нефти в теплообменник Т-11 или Т-12. Содержание воды в обессоленной нефти (не более 0,5 %) контролируется прибором поз. AIR-003.

Для оперативного прекращения подачи нефти от электродегидраторов ЭД-1, ЭД-2 предусмотрен клапан-отсекатель UV-03, управляемый автоматически и дистанционно.

К трубопроводу обессоленной нефти от электродегидраторов ЭД-1 и

ЭД-2 предусмотрена подача азота для проведения инертизации при подготовке к ремонту, на линии азота установлен отсечной клапан XV-107.

Нормальная эксплуатация установки заключается в соблюдении норм технологического режима (раздел 4.3 настоящего регламента), получении продуктов согласно требований качества (раздел 2 настоящего регламента) при обеспечении характеристик выбросов, сбросов согласно требований, утвержденных ПДВ и ПСБ.

Нормальная эксплуатация установки также предусматривает соблюдение правил обслуживания аппаратов и оборудования, КИП и автоматики, своевременного лабораторного контроля, соблюдение производственных инструкций, правил промышленной безопасности.

Целью производственного контроля является предупреждение аварий и обеспечение готовности организации к локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте.

Задачами производственного контроля являются:

- анализ состояния промышленной безопасности опасных производственных объектов, в том числе путем организации проведения соответствующих экспертиз и обследований;
- организация работ по разработке мер, направленных на улучшение состояния промышленной безопасности, а именно: на предупреждение аварий, инцидентов и несчастных случаев на опасных производственных объектах;
- контроль за соблюдением требований промышленной безопасности, установленных федеральными законами и принимаемыми в соответствии с ними нормативными правовыми актами, а также локальных нормативных актов эксплуатирующей организации по вопросам промышленной безопасности;
- координация работ, направленных на предупреждение аварий на опасных производственных объектах, и обеспечение готовности к локализации аварий и ликвидации их последствий;

- контроль за своевременным проведением необходимых испытаний и технических освидетельствований технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, ремонта и поверки контрольных средств измерений.

Ведение технологического процесса установки осуществляется на основании показателей контрольно-измерительных приборов, показывающих и регистрирующих расходы, температуры, давления и уровни в аппаратах, а также результатов лабораторных анализов исходного сырья и получаемых продуктов.

Для обеспечения нормальной эксплуатации установки необходимо:

- вести учет расхода энергоресурсов и реагентов;
- производить обход системы с записью в журнале сдачи и приема смены не реже, чем каждые 2 часа, осуществлять постоянный контроль герметичности оборудования, трубопроводов и при выявлении утечек принимать своевременные меры по устранению или предотвращению возгорания продуктов;
- систематически проверять исправность всех средств пожаротушения с соответствующей записью об этом в журнале сдачи и приема смены;
- своевременно проверять и содержать в исправном состоянии средства индивидуальной защиты;
- проверять исправность оградительных устройств на площадках и лестницах, ограждений динамического оборудования;
- осуществлять постоянный контроль за бесперебойной работой вентиляционных систем в помещениях;
- контролировать работу насосного оборудования, вентиляторов, воздуходувок и дымососов, а также систем торцевых уплотнений насосов в соответствии с руководствами и инструкциями по эксплуатации;
- производить проверку состояния заземляющих устройств и

молниезащиты;

- при необходимости производить очистку и обтирку оборудования от следов масла, нефтепродуктов;
- контролировать работоспособность контрольно-измерительных, сигнализирующих и регулирующих приборов, противоаварийной защиты;
- контролировать работу электрического обогрева оборудования и трубопроводов;
- контролировать правильность показаний приборов КИП путем сравнения с показаниями приборов по месту, по косвенным показателям или путем проверки их специалистами;
- не допускать загазованности наружной территории и помещений установки.

Запрещается:

- проводить работы в помещениях с отключенными или неисправными устройствами системы вентиляции;
- проводить технологические операции при отключенных блокировках или неисправных средствах контроля и автоматики, а также при их отсутствии;
- эксплуатировать технологическое оборудование и трубопроводы при отсутствии или неисправности заземляющих устройств;
- открывать и закрывать ручную арматуру с применением рычагов;
- устранять неполадки на работающем оборудовании;
- устранять неполадки на заполненном жидкостью насосе;
- подтягивать разъемные соединения арматуры и трубопроводов, находящихся под давлением;
- устанавливать заглушки перед предохранительными клапанами. В процессе работы следует контролировать состояние переключающих блокировочных устройств, не допускающих

одновременное отключение резервных и рабочих предохранительных клапанов.

Для приема электроэнергии необходимо:

- согласовать прием электроэнергии с дежурным электриком и диспетчером завода;
- прием электрической энергии на установку осуществляется специально обученным персоналом только после проверки воздушной среды в помещении распределительного устройства на отсутствие углеводородов;
- проверить состояние оборудования токоприемников;
- отключить все токоприемники от схемы электропитания;
- вывесить в соответствующих местах запрещающие и предупреждающие знаки безопасности;
- проверить наличие защитных средств;
- проверить систему заземления оборудования и трубопроводов установки;
- принять напряжение на ТП, щиты низкого напряжения;
- проверить аварийное и рабочее освещение помещений и территории установки;
- подать поочередно напряжение на агрегаты и проверить правильность подключения.

При эксплуатации действующих электроустановок запрещается:

- использовать приемники электрической энергии (электроприемники) в условиях, не соответствующих требованиям инструкций организаций-изготовителей, или приемники, имеющие неисправности, которые в соответствии с инструкцией по эксплуатации могут привести к пожару, а также эксплуатировать электропровода и кабели с поврежденной или потерявшей защитные свойства изоляцией;
- пользоваться поврежденными розетками, рубильниками, другими

электроустановочными изделиями;

- обертывать электролампы и светильники бумагой, тканью и другими горючими материалами, а также эксплуатировать светильники со снятыми колпаками (рассеивателями), предусмотренными конструкцией светильника;
- применять нестандартные (самодельные) электронагревательные приборы, использовать плавкие некалиброванные вставки или другие самодельные аппараты защиты от перегрузки и короткого замыкания;
- размещать (складировать) у электрощитов, электродвигателей и пусковой аппаратуры горючие (в том числе легковоспламеняющиеся) вещества и материалы.

Организация расследования и учета несчастных случаев, аварий и инцидентов на ОПО организации осуществляется в соответствии с положением о порядке проведения технического расследования причин аварий и инцидентов на опасных производственных объектах организации.

Технологический процесс на установке ЭЛОУ-АТ-6 предусматривает отсутствие непосредственного контакта персонала с исходным сырьем, продуктами, реагентами, оказывающими вредное воздействие на организм человека. Однако в процессе эксплуатации установки могут возникать различного рода неполадки, создающие аварийные ситуации (таблица 1).

Поэтому обслуживающий персонал обязан четко знать свои обязанности, уметь правильно и быстро принимать необходимые решения, предотвращающие дальнейшее развитие аварийных ситуаций.

Первым шагом для выявления неисправности оборудования является обнаружение отклонений в формах сигналов напряжения и тока. После обнаружения аномалии формы сигналов и среднеквадратичные значения, связанные с периодом аномалии, могут быть извлечены для подробного анализа. Это может включать оценку сигнатур, распознавание образов, статистический анализ и другие типы оценок. В конечном итоге состояние

оборудования можно определить по результатам

Таблица 1 – Возможные инциденты, аварийные ситуации

Возможные инциденты, аварийные ситуации	Предельно допустимые значения параметров, превышение (снижение) которых может привести к аварии	Причины возникновения инцидентов, аварийных ситуаций
<p>Прекращение подачи электроэнергии на установку. Приводит к остановке насосного оборудования, воздушных холодильников. Остановка насосного оборудования приведет к прекращению принудительного движения потоков в системе, что может привести к перегреву и разгерметизации змеевиков печи, росту температуры и давления в аппаратах</p>	Отсутствие напряжения на токоприемниках	Неполадки в системе энергоснабжения
<p>Нарушение функционирования системы ПАЗ: отображения информации; срабатывания сигнализаций; выдачи управляющих воздействий по блокировкам; выдача информации о состоянии оборудования (запорной и отсекающей арматуры, насосов)</p>	–	<p>Отказ датчиков/преобразователей технологических параметров или параметров контроля за работой насосов. Отказ контроллеров. Отказ средств отображения информации. Отказ средств передачи управляющих воздействий</p>

Принцип анализа режима отказа и последствий заключается в рассмотрении каждого режима отказа каждого компонента или системы, выявлении потенциальных недостатков и их устранении на стадии проектирования. Все это основано на знаниях технических специалистов или на уроках, извлеченных из аналогичных отказов компонентов. Каждый из этих режимов отказа классифицируется в зависимости от серьезности их влияния



на надежность изделия.

В этой классификации рассматриваются три отдельных аспекта для каждого режима отказа. Во-первых, это шкала, учитывающая вероятность возникновения режима отказа. Во-вторых, это шкала, учитывающая серьезность воздействия режима отказа. В-третьих, это шкала, которая учитывает вероятность обнаружения либо во время производства, либо во время инспекции и тестирования до передачи заказчику. Произведение этих цифр (возникновение, серьезность и обнаружение) дает номер приоритета риска (RPN). Эти номера приоритета риска затем используются для назначения приоритета корректирующих действий. FMEA должно начаться, как только будет опубликована информация о проекте, и должно быть завершено по мере поступления дополнительной информации.

Даже при большом опыте производства нефтепродукта ожидается, что в новом проекте возникнет ошибка того или иного типа. Эти методы проверки проекта были разработаны, чтобы помочь инженерам идентифицировать критические проблемы и сконцентрировать их внимание на них. Обычно этот анализ показывает, что все критические проблемы находятся под контролем, и затраченные усилия были направлены только на выявление некоторых недостатков. Однако, выявление таких недостатков на ранних стадиях разработки проекта может принести большую выгоду программе, поскольку любое изменение в будущем приведет к увеличению затрат, и план по осуществлению действий по исправлению таких ошибок может выйти за рамки запуска производства. Вот некоторые из основных инструментов, используемых для повышения надежности проекта: развертывание функции качества (QFD) и прогнозирование частоты отказов.

Преждевременные отказы являются результатом дефектов, допущенных на любом этапе производственного процесса, и в данном случае обычно это связано с какой-либо человеческой ошибкой. Случайные отказы – это выход из строя компонентов при неожиданном напряжении или нагрузке. Отказы из-за износа – это те, которые связаны с длительными периодами эксплуатации и

связаны с механизмами кумулятивного отказа, такими как усталость или коррозия, которые могут возникнуть у всего электрооборудования.

Прогнозирование надежности на основе прошлых данных может дать хорошие результаты для аналогичного или слегка модифицированного оборудования, поскольку мы знаем, что базовые условия, которые могут повлиять на будущее поведение, не изменятся. Качество используемой информации очень важно для точного прогнозирования надежности анализируемого компонента или системы. Всегда необходимо внимательно относиться к гарантийным данным, поскольку все зарегистрированные неисправности произошли в течение гарантийного срока. Об оборудовании, на котором не было никаких сбоев в течение гарантийного срока, доступно очень мало информации или ее вообще нет.

Вероятность отказа электрооборудования представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Вероятность отказа электрооборудования

Компонент	Вероятность отказа в течение 15 лет	Вероятность отказа в течение 30 лет
Автоматический выключатель	0,2 %	43 %
Разъединитель	0,8 %	66 %
Трансформатор	7,0 %	41 %
Кабель СШв	17 %	64 %
Трехжильный силовой кабель с VPE изоляцией	64%	90 %

Среднее время до отказа прямо пропорционально плотности вероятности отказа. Ожидаемый срок службы, средняя частота отказов и стандартное отклонение могут быть получены и показаны в таблице 2. Это соответствует выводам, основанным на рассмотрении критических физических явлений и исследованиях статистических долгосрочных показателей.

Таблица 2 – Средняя частота отказов, ожидаемый срок службы и стандартное отклонение электрических компонентов

Компонент	Частота отказов (1 в год)	Срок службы (год)
Автоматический выключатель	0,16	31
Разъединитель	0,23	28
Трансформатор	0,18	29
Кабель СШВ	0,10	28
Трехжильный силовой кабель с VPE изоляцией	0,25	22

Структура и размер сети не учитываются при расчете частоты отказов, поскольку частота отказов сама по себе отражает характеристику старения оборудования.

Сравнение отказов по видам электрооборудования представлено на рисунке 1.

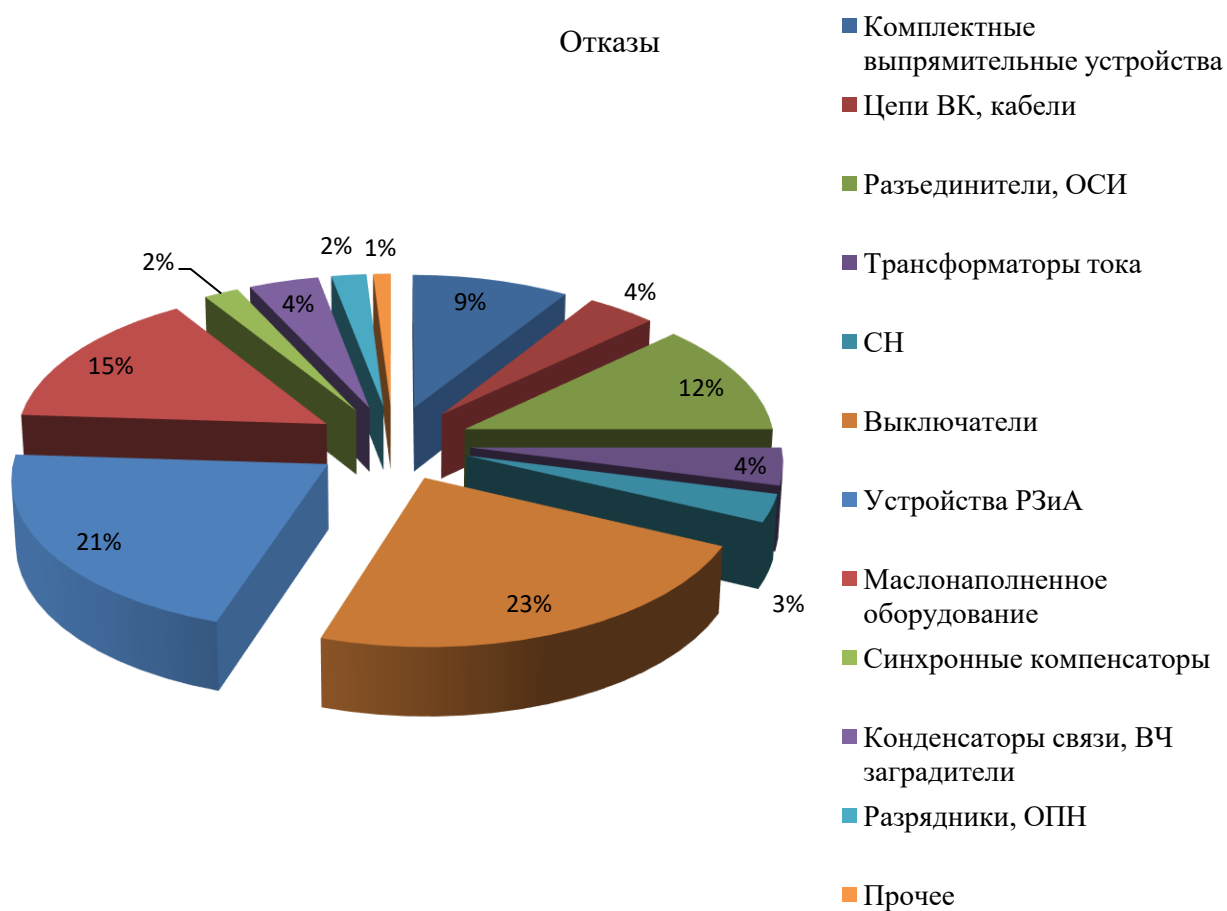


Рисунок 1 – Сравнение отказов по видам электрооборудования

Существует множество причин сбоев в работе воздушных линий. Такие сбои обычно проявляются в виде коротких замыканий. Ток короткого замыкания может быть недостаточно высоким, чтобы активировать систему защиты.

Вывод по разделу.

Результаты, приведенные в этом разделе, ясно показали, что признаки отказов оборудования весьма разнообразны и сильно отличаются от признаков нарушений качества электроэнергии. Основные характеристики признаков отказов оборудования можно резюмировать следующим образом:

- аномальная реакция на ток: признаки сбоев оборудования часто более заметны в форме сигналов тока, в отличие от формы сигналов напряжения. Многие сбои оборудования проявляются кратковременным увеличением тока или повторяющимися импульсами тока. Также могут наблюдаться незначительные колебания тока. Такие характеристики особенно очевидны при анализе среднеквадратичных значений текущих сигналов;
- различный временной масштаб: некоторые сбои оборудования могут быть идентифицированы только по сигналам. Примерами могут служить повторный запуск выключателя и асинхронное замыкание конденсатора. Существуют также сбои оборудования, которые наиболее заметны в более длительном масштабе времени, например, при изменении среднеквадратичного значения в течение нескольких секунд или минут;
- сложность определения характеристик: серьезность помех является основной причиной нарушений качества электроэнергии. Однако целью мониторинга состояния оборудования является выявление наличия зарождающихся отказов или нештатных операций. Индексы, ориентированные на серьезность, не подходят для характеристики признаков отказов оборудования.

## 2 Повышение безопасности эксплуатации электротехнического оборудования

Правила охраны труда возлагают на работодателей ряд обязанностей в отношении средств индивидуальной защиты. Ваш работодатель несет ответственность за:

- обозначение СИЗ, которые следует носить на рабочем месте;
- обеспечение ношения соответствующих СИЗ;
- обеспечение использования только одобренных СИЗ;
- обеспечение надлежащей очистки и технического обслуживания СИЗ;
- обучение сотрудников назначению, ограничениям и правильному использованию СИЗ.

Согласно «Отраслевым нормам бесплатной выдачи спецодежды, специальной обуви и предохранительных приспособлений» рабочие ремонтного участка должны быть обеспечены:

- касками защитными;
- инструментом с изолирующими ручками;
- индикатором напряжения [4].

Средства индивидуальной защиты операторов установки ЭЛОУ-АТ-6 ООО «КНГК-ИНПЗ» представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Средства индивидуальной защиты операторов установки ЭЛОУ-АТ-6 ООО «КНГК-ИНПЗ»

Профессия работающего на стадии	Средство индивидуальной защиты работающего	Наименование и шифр НТД	Срок службы (месяц)
Старший оператор, оператор технологической установки	Костюм хлопчатобумажный с огнезащитной пропиткой	Приказ Минздравсоцразвития РФ №970н от 09.12.2009 г.	12
	Футболка		6
	Ботинки кожаные с жестким подноском		12

Продолжение таблицы 3

Профессия работающего на стадии	Средство индивидуальной защиты работающего	Наименование и шифр НТД	Срок службы (месяц)
Старший оператор, оператор технологической установки	Сапоги резиновые с жестким подноском	Приказ Минздравсоцразвития РФ №970н от 09.12.2009 г.	12
	Перчатки с полимерным покрытием		2
	Перчатки из резиновых или полимерных материалов		2
	Нарукавники из полимерных материалов		3
	Очки защитные		до износа
	Защитная каска		24
	Пояс предохранительный		до износа
	Респиратор		до износа
	Наушники противозумные (с креплением на каску)		до износа
	Маска или полумаска со сменными фильтрами		до износа
	Дополнительно зимой на наружной установке:		
	Костюм х/б с огнезащитной пропиткой на утепляющей прокладке		30
	Белье нательное трикотажное или утепленное		6
	Ботинки кожаные утепленные с жестким подноском		24
	Перчатки шерстяные (вкладыши)		2
Шапка трикотажная	24		

При выполнении работ в электроустановках все работники должны находиться в специальных защитных костюмах от термического воздействия электрической дуги.

При проведении работ со снятием напряжения и заземлением необходимо выполнять основное правило электробезопасности: установить заземляющие штанги, переносные или стационарные шунтирующие штанги и перемычки.

Для обеспечения электробезопасности обслуживающего персонала

выполнены следующие мероприятия:

- заземление и зануление нетоковедущих частей электрооборудования и всех металлических частей, нормально не находящихся под напряжением;
- заземление и зануление металлических строительных и производственных конструкций (для выравнивания потенциалов);
- соблюдение соответствующих расстояний до токоведущих частей электрооборудования;
- блокировки аппаратов и ограждений для предотвращения ошибочных операций и доступа к токоведущим частям;
- быстродействующее автоматическое отключение частей электрооборудования, случайно оказавшихся под напряжением и поврежденных участков сети;
- защита от прямых ударов молнии и вторичных ее проявлений;
- защита от статического электричества;
- защитные средства и приспособления.

Для обеспечения охраны труда при эксплуатации электроустановок предусмотрено:

- надежная схема электроснабжения потребителей электроэнергии;
- искусственное освещение зданий и сооружений, территорий, площадок, дорог и проездов в соответствии с разрядами зрительных работ;
- применение аварийного освещения на случай исчезновения напряжения (для эвакуации);
- местное освещение для проведения ремонтных работ;
- применение пониженного ремонтного напряжения 36 В;
- выбор электрооборудования, проводов и кабелей, а также способов их установки и прокладки с учетом условий среды, в которой они эксплуатируются;

- расчетные токовые нагрузки не превышают максимально допустимых токовых нагрузок на выбранные сечения проводов и кабелей;
- аппараты, приборы, провода, шины и конструкции соответствуют нормальным условиям работы и проверены на работу в режиме коротких замыканий;
- заземление электрооборудования, которое обеспечивает безопасность обслуживающего персонала при эксплуатации и ремонте электроустановок.

Обслуживание светильников и замена ламп при высоте до пяти метров осуществляется с лестниц, выше пяти метров – при помощи специальных подъемников или специальных площадок, устанавливаемых на мостовых кранах.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала при производстве ремонтных работ и оперативных переключений на подстанции предусматриваются комплекты оборудования и материалов по охране труда.

Обеспечение электробезопасности обслуживающего персонала должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.019.

Элементы комплекса технических средств, находящихся под напряжением, имеют защиту от случайного прикосновения.

В помещениях, где размещены элементы комплекса технических средств, предусмотрены контуры защитного и приборного (системного) заземления в соответствии с Правилами устройства электроустановок, ГОСТ 12.1.030.

Система защитного заземления защищает человека от поражения электрическим током при повреждении изоляции токопроводов.

В таблице 4 приведены сведения о вероятности накапливания зарядов статического электричества и способах их нейтрализации на установке ЭЛОУ-АТ-6.



Таблица 4 – Вероятность накапливания зарядов статического электричества, способы нейтрализации

Наименование и номер по схеме стадии, технологической операции	Перечень веществ, способных в данном оборудовании подвергаться электризации с образованием опасных потенциалов		Основные технические мероприятия по защите
	Наименование вещества	Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см·10 <sup>x</sup>	
Насосы Н-1/1,2,3; теплообменники Т-1/1,2, Т-2÷25 по трубному пространству; нефтяные холодильники НХ-1/1,2 и НХ-2/1,2 по трубному пространству; электродегидраторы ЭД-1,2; колонна К-1; колонна К-2; печь П-1	нефть	10 <sup>4</sup> ÷10 <sup>8</sup>	Заземление
Газосепаратор С-1; теплообменник Т-28; фильтры ФГ-1/1,2; воздушные холодильники ВХ-9/1÷4; сепаратор С-2	углеводородные газы	10 <sup>12</sup> ÷10 <sup>13</sup>	
Воздушные холодильники ВХ-1/1÷4; ВХ-2/1,2,3; нефтяные холодильники НХ-1/1,2 по межтрубному пространству; рефлюксная емкость Е-1; насосы Н-2/1,2; рефлюксная емкость Е-2; насосы Н-4/1,2; емкости Е-4/1,2 и Е-5; теплообменники Т-1/1,2 по межтрубному пространству; насос Н-16	бензиновая фракция	10 <sup>11</sup> ÷10 <sup>12</sup>	
Колонна К-3/1; насосы Н-5/1,2; Н-6/1,2, теплообменники Т-2 и Т-4 по межтрубному пространству; воздушный холодильник ВХ-3, ВХ-8; емкость Е-8	керосиновая фракция	10 <sup>9</sup> ÷10 <sup>11</sup>	
Колонны К-3/2,3; насосы Н-7/1,2; Н-8/1,2; Н-9/1,2; Н-10/1,2; теплообменники Т-5 и Т-7 по межтрубному пространству; воздушный холодильник ВХ-4; ВХ-5; теплообменники по межтрубному пространству	дизельная фракция	10 <sup>8</sup> ÷10 <sup>10</sup>	

Продолжение таблицы 4

Наименование и номер по схеме стадии, технологической операции	Перечень веществ, способных в данном оборудовании подвергаться электризации с образованием опасных потенциалов		Основные технические мероприятия по защите
	Наименование вещества	Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см·10 <sup>x</sup>	
Насосы Н-11/1,2; теплообменники Т-6, Т-9, Т-12, Т-13, Т-19, Т-21÷25 по межтрубному пространству; воздушные холодильники ВХ-6/1,2,3; емкость Е-9	мазутная фракция	10 <sup>4</sup> ÷10 <sup>5</sup>	-

Для уменьшения вероятности взрывов и пожаров, которые могут возникнуть по электрическим причинам, обеспечиваются следующие мероприятия по взрывопожаробезопасности:

- защита зданий и сооружений от прямых ударов молнии и вторичных ее проявлений согласно инструкции РД 34.21.122 и СО 153-34.21.122, а также мероприятия по защите от статического электричества;
- все электрооборудование и светильники, предназначенные для работы во взрывопожароопасных средах, выбраны в соответствии с категорией и группой взрывоопасных смесей, способных образовываться на технологических установках, а также с учетом климатических условий;
- электрические проводки выполнены бронированными кабелями с медными жилами в оболочках, не распространяющих горения; в помещениях и сооружениях с нормальной средой проводки выполняются небронированными кабелями с защитой в местах возможного механического повреждения; вся кабельная продукция выбрана с учетом климатических условий.

Для обеспечения электробезопасности обслуживающего персонала

выполнены следующие мероприятия:

- заземление и зануление нетоковедущих частей электрооборудования и всех металлических частей, нормально не находящихся под напряжением;
- заземление и зануление металлических строительных и производственных конструкций (для выравнивания потенциалов);
- соблюдение соответствующих расстояний до токоведущих частей электрооборудования;
- блокировки аппаратов и ограждений для предотвращения ошибочных операций и доступа к токоведущим частям;
- быстродействующее автоматическое отключение частей электрооборудования, случайно оказавшихся под напряжением и поврежденных участков сети;
- защита от прямых ударов молнии и вторичных ее проявлений;
- защита от статического электричества;
- защитные средства и приспособления.

В настоящее время неясно, какие индексы подходят для характеристики признаков отказа оборудования.

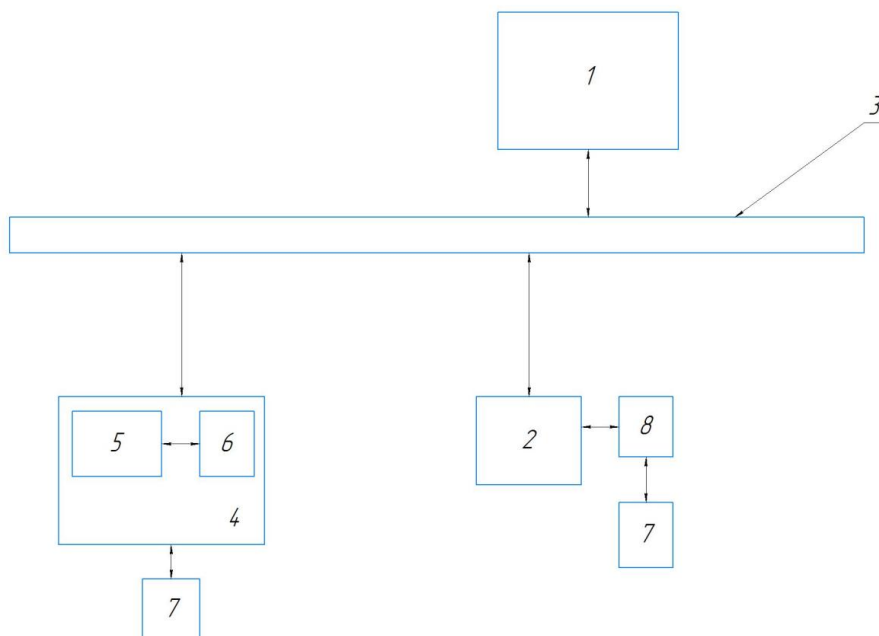
Способ преодолеть эти трудности при статистическом анализе данных такого типа заключается в использовании системы сбора параметров работы, информации о сбоях и предположений о процессе работы.

Рассмотрим изобретение № RU2615247C1 «Комплексная система безопасности и контроля работ на сложных технических системах», автор – Ульянов Андрей Владимирович (RU), патентообладатель – ООО «Прософт-Системы» (RU) Акционерное общество энергетики и электрификации «Тюменьэнерго» (RU), подача заявки 10.07.2017 [8].

«Изобретение относится к области эксплуатации, обслуживания, контроля функционирования, ремонта и создания сложных технических систем, в частности, к автоматизированным системам управления технологическими процессами и ресурсами обслуживания и ремонта сложных

технических систем (СТС), например, на энергооборудовании» [8].

Предлагаемый метод анализа надежности оборудования на основе сообщений об отказах в течение работы представлен в блок-схеме на рисунке 2.



1 – центральный процессор; 2 – стационарный процессор автоматизированного рабочего места; 3 – проводные и цифровые каналы связи; 4 – мобильный аппаратный комплекс (МАК); 5 – планшетный процессор; 6 – мобильный считыватель радиочастотного идентификатора; 7 – радиочастотный идентификатор; 8 – стационарный радиочастотный считыватель.

Рисунок 2 – Предлагаемый метод анализа надежности оборудования на основе сообщений об отказах

«Комплексная система безопасности и контроля работ на сложных технических системах содержит центральный процессор, переносной процессор, мониторы, радиочастотные идентификаторы, мобильный считыватель идентификационных данных из радиочастотных идентификаторов, установленных на контролируемых объектах, средства аудиовизуальной фиксации, средства глобального навигационного позиционирования. Обеспечивается высокая информативность, безопасность

проведения работ, эффективность контроля над проведением работ, эффективность планирования работ» [8].

«При контроле технического состояния оборудования на технологических объектах, например энергообъектах, в мобильный аппаратный комплекс 4 загружается электронный бланк осмотров оборудования, который регламентирует последовательность действий персонала при проведении работ. Для каждого пункта электронного бланка выдается информация о наименовании оборудования, его местоположении на объекте, и значениях контролируемых параметров осматриваемого оборудования. Персонал идентифицирует оборудование с помощью мобильного считывателя радиочастотного идентификатора 6, входящего в состав мобильного аппаратного комплекса 4, и радиочастотного идентификатора 7, установленных на оборудовании. После идентификации оборудования, персонал осматривает оборудование и вводит в мобильный аппаратный комплекс 4, с помощью средств ручного ввода информации, значения контролируемых параметров. Если при выполнении операции требуется фото-видеофиксация состояния оборудования, то с помощью встроенной в мобильный аппаратный комплекс 4 видеокамеры осуществляется данная съемка и за данным пунктом электронного бланка закрепляется записанный файл. После завершения текущей операции, в мобильный аппаратный комплекс 4 вводится подтверждение выполнения, и происходит переход управляющего программного обеспечения мобильного аппаратного комплекса 4, к следующему пункту электронного бланка» [8].

«Использование комплексной системы безопасности и контроля проведения работ на сложных технических системах, например энергооборудовании, позволяет обеспечить:

- высокую информативность системы;
- обеспечить возможность контроля над действием персонала;
- повысить эффективность планирования работ на оборудовании за счет формирования базы данных о состоянии оборудования и

создания алгоритмов для аналитической обработки этой информации» [8].

Для электрического оборудования отчеты об отказах обычно составляются ежемесячно, и анализ предоставит для данной категории оборудования ежемесячное количество отказов.

Вывод по разделу.

В разделе определено, что для обеспечения безопасности обслуживающего персонала при производстве ремонтных работ и оперативных переключений на установке предусматриваются комплекты оборудования и материалов по охране труда. Обеспечение электробезопасности обслуживающего персонала соответствует требованиям. Элементы комплекса технических средств, находящихся под напряжением, имеют защиту от случайного прикосновения. В помещениях, где размещены элементы комплекса технических средств, предусмотрены контуры защитного и приборного (системного) заземления. Система защитного заземления защищает человека от поражения электрическим током при повреждении изоляции токопроводов.

В разделе предложен метод анализа надежности оборудования на основе сообщений об отказах. Первый шаг в предлагаемом методе включает оценку первого отказа для каждого компонента оборудования за определенный период времени, который обычно устанавливается равным или превышающим заранее установленный гарантийный срок.

На основе отчетов об отказах, предоставленных отделом технической надзора, который отвечает за ремонт в течение анализируемого периода, может быть разработана база данных о времени выхода из строя. В этих отчетах должна быть указана дата установки оборудования и дата, когда произошло сообщение о первом отказе оборудования.

Следующий шаг в методологии требует организации базы данных времени до отказа в виде данных об отказах и данных для анализа надежности.

### 3 Охрана труда

Используя Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [4] произведём оценку профессиональных рисков [11] для рабочих мест ООО «Поволжский Центр Экспертиз»:

- оператора технологических установок;
- лаборанта химического анализа;
- машиниста технологических насосов.

Управление профессиональными рисками включает:

- определение опасностей;
- оценка рисков;
- контроль рисков.

Реестр рисков на рабочем месте оператора технологических установок представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Реестр рисков на рабочем месте оператора технологических установок

Опасность	ID	Опасное событие
Скользкие, обледенелые, зажиренные, мокрые опорные поверхности	3.1	Падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам
Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.2	Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности
	3.4	Падение из-за внезапного появления на пути следования большого перепада высот
Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны
Воздействие на кожные покровы смазочных масел	9.2	Заболевания кожи (дерматиты)
Воздействие на кожные покровы обезжиривающих и чистящих веществ	9.3	Заболевания кожи (дерматиты)

Продолжение таблицы 5

Опасность	ID	Опасное событие
Химические реакции веществ, приводящие к пожару и взрыву	10.1	Травмы, ожоги вследствие пожара или взрыва
Повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума	20.1	Снижение остроты слуха, тугоухость, глухота
	20.2	События, связанные с возможностью не услышать звуковой сигнал об опасности
Электрический ток	27.1	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением
	27.2	Отсутствие заземления или неисправность электрооборудования
	27.3	Нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение СИЗ

Реестр рисков на рабочем месте лаборанта химического анализа представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Реестр рисков на рабочем месте лаборанта химического анализа

Опасность	ID	Опасное событие
Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны	9.1	Отравление воздушными взвешивыми вредными химическими веществ в воздухе рабочей зоны
Воздействие на кожные покровы обезжиривающих и чистящих веществ	9.3	Заболевания кожи (дерматиты)
Контакт с высокоопасными веществами	9.4	Отравления при вдыхании и попадании на кожу высокоопасных веществ
Образование токсичных паров при нагревании	9.5	Отравление при вдыхании паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма и твердых веществ
Воздействие химических веществ на кожу	9.6	Заболевания кожи (дерматиты) при воздействии химических веществ, не указанных в пунктах 9.2 - 9.6
Воздействие химических веществ на глаза	9.7	Травма оболочек и роговицы глаза при воздействии химических веществ, не указанных в пунктах 9.2 - 9.6



Реестр рисков на рабочем месте машиниста технологических насосов представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Реестр рисков на рабочем месте машиниста технологических насосов

Опасность	ID	Опасное событие
Скользкие, обледенелые, зажиренные, мокрые опорные поверхности	3.1	Падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам
Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м	3.2	Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности
	3.4	Падение из-за внезапного появления на пути следования большого перепада высот
Подвижные части машин и механизмов	8.1	Удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования
Повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума	20.1	Снижение остроты слуха, тугоухость, глухота
Воздействие локальной вибрации при использовании ручных механизмов и инструментов	21.1	Воздействие локальной вибрации на руки работника при использовании ручных механизмов (сужение сосудов, болезнь белых пальцев)

Анкета уровня профессиональных рисков на рабочем месте оператора технологических установок представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Анкета на рабочем месте оператора технологических установок

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Оператор технологических установок	3	3.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
		3.2	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
		3.4	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний

Продолжение таблицы 8

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Оператор технологических установок	9	9.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
		9.2	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
		9.3	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	10	10.1	Возможно	3	Крупная	5	15	Средний
	20	20.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
		20.2	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	27	27.1	Вероятно	4	Крупная	5	20	Высокий
		27.2	Вероятно	4	Крупная	5	20	Высокий
		27.3	Вероятно	4	Крупная	5	20	Высокий

Анкета уровня профессиональных рисков на рабочем месте лаборанта химического анализа отражена в таблице 9.

Таблица 9 – Анкета уровня профессиональных рисков на рабочем месте лаборанта химического анализа

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Лаборант химического анализа	9	9.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
		9.3	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
		9.4	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
		9.5	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
		9.6	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
		9.7	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний

Анкета уровня профессиональных рисков на рабочем месте машиниста

технологических насосов отражена в таблице 10.

Таблица 10 – Анкета уровня профессиональных рисков на рабочем месте машиниста технологических насосов

Рабочее место	Опасность	Опасное событие	Степень вероятности, А	Коэффициент, А	Тяжесть последствий, U	Коэффициент, U	Оценка риска, R	Значимость оценки риска
Машинист технологических насосов	3	3.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
		3.2	Возможно	3	Крупная	5	15	Средний
		3.4	Возможно	3	Крупная	5	15	Средний
	8	8.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	20	20.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний
	21	21.1	Возможно	3	Значительная	3	9	Средний

Оценка вероятности представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Оценка вероятности

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

Оценка степени тяжести последствий представлена в таблице 12.

Таблица 12 – 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). Несчастный случай на производстве со смертельным исходом. Авария. Пожар.	5
4	Крупная	Тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней). Профессиональное заболевание. Инцидент.	4
3	Значительная	Серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней. Инцидент.	3
2	Незначительная	Незначительная травма – микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь. Инцидент. Быстро потушенное загорание.	2
1	Приемлемая	Без травмы или заболевания. Незначительный, быстроустраняемый ущерб.	1

Количественная оценка риска рассчитывается по формуле 1.

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

где А – коэффициент вероятности;

U – коэффициент тяжести последствий.

«Оценка риска, R:

- 1-8 (низкий);
- 9-17 (средний);
- 18-25 (высокий)» [11].

Мероприятия по контролю профессиональных рисков представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Мероприятия по контролю профессиональных рисков

Опасность	Опасное событие	Мероприятие, направленное на снижение риска
Электрический ток	Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением	Изоляция токоведущих частей электрооборудования, применение СИЗ, соблюдение требований охраны труда, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности
	Отсутствие заземления или неисправность электрооборудования	Применение СИЗ, соблюдение требований охраны труда, вывод неисправного электрооборудования из эксплуатации, своевременный ремонт и техническое обслуживание электрооборудования, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности
	Нарушение правил эксплуатации и ремонта электрооборудования, неприменение СИЗ	Применение СИЗ, соблюдение требований охраны труда, вывод неисправного электрооборудования из эксплуатации, своевременный ремонт и техническое обслуживание электрооборудования, применение ограждений, сигнальных цветов, табличек, указателей и знаков безопасности

Вывод по разделу.

В разделе предложены мероприятия по снижению воздействия электрического тока на рабочем месте оператора технологических установок, которые снизят профессиональные риски со значимости «Высокий риск» до значимости «Низкий риск».

#### 4 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Проведём оценку антропогенной нагрузки ООО «КНГК-ИНПЗ» на окружающую среду (таблица 14).

Таблица 14 – Антропогенная нагрузка ООО «КНГК-ИНПЗ» на окружающую среду

Наименование объекта	Подразделение	Воздействие на атмосферный воздух	Воздействие на водные объекты	Отходы
ООО «КНГК-ИНПЗ»	ТР ЭЛОУ-АТ-6	Газообразные	Ливневые стоки	Производственные
Количество в год		47,05 т.	2677 тыс. м <sup>3</sup>	47,50 т.

Определим, соответствуют ли технологии наилучшим доступным. Результаты анализа технологии на производстве представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Результаты соответствия технологий на производстве [9]

Структурное подразделение		Наименование технологии	Соответствие наилучшей доступной технологии
Номер	Наименование		
1	ТР ЭЛОУ-АТ-6	Обращение с отходами	Нет

Предприятием ежегодно проводится производственно-экологический контроль. Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Перечень загрязняющих веществ

Наименование загрязняющего вещества
Метилбензол (Толуол)
Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м- и-)
Сера диоксид (Ангидрид сернистый)

Результаты производственного экологического контроля представлены в таблицах 17-19.

Таблица 17 – 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							
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ТР ЭЛОУ-АТ-6	0125	Вентиляция	Метилбензол (Толуол)	26,22	24,00	0	22.02.2023	0	0
				Диметилбензол (Ксилол) (смесь изомеров о-, м- и-)	23,00	22,00	0	22.02.2023	0	0
				Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	1,55	1,05	0	22.02.2023	0	0
Итого	-	-	-	-	50,77	47,05	0	-	0	0

Таблица 18 – 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 очистного сооружения	Год ввода в эксплуатацию	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 <sup>3</sup> /сут.; тыс. м <sup>3</sup> /год			Наименование загрязняющего вещества или микроорганизма	Дата контроля (дата отбора проб)	Содержание загрязняющих веществ, мг/дм <sup>3</sup>			Эффективность очистки сточных вод, %	
			Проектный	Допустимый, в соответствии с разрешительным документом на право пользования водным объектом	Фактический			Проектное	Допустимое, в соответствии с разрешением на сброс веществ и микроорганизмов в водные объекты	Фактическое	Проектная	Фактическая
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	16	17
Очистная система	2009	Очистные сооружения согласно проекта	12000; 4380	563501; 2056,7799 9	2677; 977,46 9	Нефтепродукты (нефть)	25.04.2023	0,5	0,25	0,02	-	95



Таблица 19 – Сведения об образовании, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления за отчётный 2023 год

№ строки	Наименование видов отходов	Код по федеральному классификационному каталогу отходов, далее - ФККО	Класс опасности отходов	Наличие отходов на начало года, тонн		Образовано отходов, тонн	Получено отходов от других индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, тонн	Утилизировано отходов, тонн	Обезврежено отходов, тонн
				Хранение	Накопление				
1	Песок, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов менее 15 %)	919 201 02 39 4	4	0	0	6,45	0	6,45	0
2	Всплывшие нефтепродукты из нефтеловушек и аналогичных сооружений	406 350 01 31 3	3	0	0	17,50	0	17,50	0
3	Смет с территории предприятия	7 33 390 01 71 4	4	0	0	21,50	0	17,50	0
4	Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов 15 % и более) [10]	91920401603	3	0	0	2,05	0	2,05	0

Продолжение таблицы 19

Передано отходов другим индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, тонн						
Всего	для обработки	для утилизации	для обезвреживания	для хранения	для захоронения	
11	12	13	14	15	16	
6,45	6,45	0	0	0	0	
17,50	17,50	0	0	0	0	
21,50	0	0	0	0	21,50	
2,05	0	0	2,05	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
17	18	19	20	21	22	23
6,45	0	0	0	0	0	0
17,50	0	0	0	0	0	0
21,50	0	0	0	0	0	0
2,05	0	0	0	0	0	0

Вышедшие из строя разрядные лампы должны собираться, храниться в надежной таре и партиями отправляться на специальные предприятия для демеркуризации.

Вывод по разделу.

В разделе установлено, что для предотвращения загрязнения поверхностных и грунтовых вод окружающей местности и водоемов сохранен сложившийся режим стока поверхностных вод и исключение попадания в них горюче-смазочных материалов. Отвод производственных и дождевых стоков от наружного оборудования предусмотрен в существующую сеть производственно-дождевой канализации завода.

Сеть производственно-дождевых сточных вод выполнена из металлических труб.

Группы аппаратов и оборудования, где возможен розлив нефтепродуктов, установлены на бетонных площадках, огражденных по периметру сплошным бортиком.

Контроль за соблюдением Закона об охране природы осуществляют руководители всех подразделений ООО «КНГК-ИНПЗ».

## 5 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях

Опасность процесса переработки нефти на установке ЭЛОУ-АТ-6 заключается в том, что все продукты переработки представляют собой горючие или легковоспламеняющиеся жидкости, а также горючие газы. Кроме того, опасность обуславливается наличием больших масс горючих продуктов в аппаратах и коммуникациях, ведением процесса в широком диапазоне температур и давлений, наличием постоянно действующего источника зажигания в виде горелок печи.

Прогнозируемые аварии, инциденты и способы их устранения представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Прогнозируемые на объекте аварии, инциденты и способы их устранения

Инциденты	Возможные причины возникновения инцидентов	Действия персонала и способы устранения инцидентов
Прекращение поступления электроэнергии на установку	Неполадки в системе подачи электроэнергии	Сообщить диспетчеру (тел. 3311, 3329). Перейти на резервный источник питания. При отсутствии энергоснабжения и от резервного источника: прекратить подачу топливного газа к печи П-1. Открыть сброс газа из сепаратора С-1 в коллектор сбросных газов открытием отсекавателя XV84. Подать пар в топку и змеевики печи П-1 с выбросом содержимого в колонну К-2. Продуть продуктовые змеевики печи П-1 паром. Открыть воздушник на выходе пара из змеевика пароперегревателя печи П-1. Перекрыть запорную арматуру на линиях подачи перегретого пара в стриппинги К-3/1,2,3, колонну К-2. Перекрыть запорную арматуру на линиях нагнетания центробежных насосов. Выполнить остановку установки

Аварийная остановка установки производится в случае ситуаций при

которых отсутствует время на выполнение плавной разгрузки установки и снижению температуры, аварийная остановка, в отличие от плановой, производится быстро, с резким снижением температур и давлений, что может привести к деформации трубопроводов, нарушению герметичности теплообменников и т.д.

Персонал установки в аварийных случаях должен действовать в соответствии с утвержденным планом мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий (ПМЛА).

Аварийные ситуации на установке ЭЛОУ-АТ-6 могут возникнуть в следующих случаях:

- прекращение подачи сырья;
- отключение электроэнергии;
- прекращение подачи воздуха КИП;
- закоксовывание змеевика печи;
- прогар змеевика печи;
- прекращение подачи топливного газа на установку;
- разгерметизация технологического оборудования;
- ограничение или прекращение приема нефтепродуктов с установки;
- отказ в работе основного оборудования, не имеющего резерва.

В случае аварийной ситуации с АРМ оператора имеется возможность выполнения:

- автоматического сброса давления из аппаратов;
- аварийного освобождения аппаратов;
- опорожнения аппаратов и трубопроводов посредством продувки инертным газом (азотом);
- дистанционного управления сбросом давления и опорожнения из каждого аппарата.

Предусматривается автоматическая аварийная остановка установки (без освобождения) при:

- подачи команды с АРМ оператора;
- получении сигнала о загазованности 50% НКПВ и минимальном предаварийном давлении в одном или более аппаратов: ЭД-1;
- получении сигнала от ручного пожарного извещателя – после подтверждения оператором на АРМ.

При этом система ПАЗ активирует алгоритм «Аварийная остановка», при котором выполняется:

- закрытие межблочной отсечной арматуры;
- закрытие клапанов-отсекателей на линиях топливного газа к печи;
- закрытие клапана-отсекателя на линии подачи пара в пароперегреватель печи;
- остановка насосных агрегатов;
- остановка воздушных холодильников.

Предусмотрен также перевод в безопасный режим установки с автоматической остановкой печи П-1 при:

- получении сигнала о загазованности 50% НКПВ от двух и более датчиков одного блока установки;
- достижении 80 % уровня LZIRA-032 в сепараторе сбросных газов.

При этом системой ПАЗ выполняются следующие действия:

- закрытие клапана-отсекателя на линии подачи топливного газа к основным горелкам печи UV-85;
- закрытие клапана-отсекателя на линии подачи природного газа к пилотным горелкам печи UV-81;
- открытие отсечной арматуры UV-128 на линии подачи пара на паровую завесу печи П-1 с задержкой 30 сек.;
- открытие отсечной арматуры UV120 на линии подачи пара на паровую завесу термоокислителя ТО-1 с задержкой 30 сек.

Действия дежурного персонала при возникновении ЧС представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Действия дежурного персонала при возникновении ЧС

Наименование подразделения (службы) объекта	Должность исполнителя	Действия при ЧС
Технологический	Оператор старший (5 разряда)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– нажимает кнопку аварийной остановки с АРМ оператора при этом системой ПАЗ выполняется алгоритм «Аварийная остановка»;</li> <li>– оценивает ситуацию, сообщает диспетчеру завода и начальнику установки о сложившейся ситуации, прекращает все ремонтные работы на установке, руководит действиями сменного персонала по аварийной остановке установки;</li> <li>– останавливает воздухоудвку и дымосос печи;</li> <li>– открывает шибер на дымовой трубе печи;</li> <li>– закрывает клапана-отсекатели к основным и пилотным горелкам печи П-1;</li> <li>– открывает с АРМ оператора клапан-отсекатель UV-129 по подаче пара в камеру сгорания печи П-1;</li> <li>– закрывает с АРМ оператора регулирующие клапаны по подаче острого орошения в колонны К;</li> <li>– закрывает с АРМ оператора регулирующие клапаны по подаче перегретого пара в колонны;</li> <li>– закрывает с АРМ оператора клапан-отсекатель UV-83 на линии подачи топливного газа в сепаратор С-1. Сбрасывает давление из сепаратора С-1 через клапан-отсекатель в систему утилизации сбросных газов;</li> <li>– контролирует подачу продувочного газа в коллектор сбросных газов (18 м<sup>3</sup>/ч по расходомеру FIRCA-036 (в случае отсутствия продувочного газа продувка коллектора должна осуществляться азотом)) и горение пилотных горелок термоокислителя ТО-1 (по датчикам контроля пламени и термопарам);</li> <li>– открывает с АРМ оператора клапана-отсекатели на линиях подачи пара в змеевики печи П-1 и производит вытеснение нефти из змеевиков печи в К-2, контролируя при этом уровень и давление в колонне К-2, одновременно с помощью системы аварийного освобождения приступить к откачке колонны К-2. Перед откачкой продуктов в парк с помощью системы аварийного освобождения должен быть включен воздушный холодильник ВХ-6/1,2;</li> <li>– дает команду отключить подачу напряжения на электродегидраторы ЭД-1, ЭД-2;</li> <li>– контролирует давление в аппаратах, при его повышении выше регламентированных значений сбрасывает газовую фазу в коллектор сбросных газов.</li> </ul>

Продолжение таблицы 21

Наименование подразделения (службы) объекта	Должность исполнителя	Действия при ЧС
Технологический	Оператор старший (5 разряда)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– По мере остывания оборудования установки необходимо не допускать образование разрежения в системе, при необходимости подав азот в аппарат;</li> <li>– с помощью системы аварийного освобождения установки производит аварийную откачку нефтепродуктов с установки и освобождение аппаратов и трубопроводов от горючих газов и жидкостей посредством продувки азотом;</li> </ul> <p>дает команды операторам по дальнейшим действиям в зависимости от конкретной ситуации в соответствии с ПМЛА, контролирует действия операторов.</p>
	Оператор технологической установки 4 разряда	<ul style="list-style-type: none"> <li>– по распоряжению старшего оператора выводит всех лиц, не занятых в локализации аварии с территории установки;</li> <li>– по распоряжению старшего оператора закрывает запорную арматуру на линиях топливного газа к основным и пилотным горелкам печи П-1 по месту;</li> <li>– контролирует остановку насосов по месту закрывает запорную арматуру на нагнетательном трубопроводе каждого насоса;</li> <li>– контролирует остановку аппаратов воздушного охлаждения по месту;</li> <li>– контролирует работу аппаратов воздушного охлаждения, по месту;</li> <li>– контролирует закрытие клапана-отсекателя на линии подачи пара в пароперегреватель UV-121. Закрывает запорную арматуру на подаче перегретого пара в колонны К-2, К-3/1,2,3 по месту. Производит сброс конденсата из системы перегретого пара открыв местные воздушники и дренажи на коллекторе;</li> <li>– действует в соответствии с указаниями старшего оператора и ПМЛА в зависимости от конкретной ситуации.</li> </ul>
Диспетчерская служба	Диспетчер предприятия	Диспетчер предприятия оповещает об аварии согласно утверждённой схемы оповещения
Служба безопасности	Сотрудники охраны	Организуют оцепление места аварии или ЧС

Одной из систем противоаварийной защиты и локализации аварийной ситуации является система аварийного освобождения установки. После аварийной остановки установки и автоматического закрытия межблочных



отсекающих устройств в зависимости от локализации и развития предаварийной ситуации данной системой производится:

- сброс давления из аппаратов с направлением горючих газов в блок утилизации сбросных газов, горючих жидкостей – в аппараты, работающие без избыточного давления или с низким избыточным давлением;
- аварийная откачка нефтепродуктов с установки;
- освобождение аппаратов и трубопроводов от горючих газов и жидкостей посредством продувки инертным газом (азотом).

Сброс давления из аппаратов производится открытием клапана на байпасе блока предохранительных клапанов с направлением продуктов:

- из электродегидраторов ЭД-1,2 – в колонну К-1;
- из рефлюксных емкостей Е-1 и Е-2 – в коллектор сбросных газов;
- из емкостей защелачивания и промывки – в дренажную емкость светлых нефтепродуктов Е-8;
- из газосепаратора – в коллектор сбросных газов.

Сброс продуктов происходит как из самих аппаратов, так и из смежных аппаратов и трубопроводов отсеченного блока, в результате чего в блоке достигается давление не более 0,07 МПа, значительно снижается объем выбросов горючих газов и жидкостей в случае разгерметизации, а также возможность разгерметизации аппаратов вследствие высокого давления.

Для изоляции поверхностей аппаратов, емкостей, трубопроводов приняты несгораемые материалы.

При эксплуатации во взрывоопасных зонах предусмотрено использование взрывозащищенного электрооборудования в исполнении, соответствующем категориям и группам образующихся взрывоопасных смесей.

Аппараты, подлежащие вскрытию для внутреннего осмотра, очистки и ремонта освобождаются от продуктов, отключаются, отглушаются от действующих аппаратов и пропариваются.

Противопожарная защита и пожаротушение водой технологического оборудования на установке ЭЛОУ-АТ-6 осуществляется из пожарных гидрантов и лафетных стволов, установленных на кольцевой сети водопровода.

Наружный противопожарный водопровод имеет кольцевую форму. Пожарные гидранты расположены по периметру, при этом расстояние между ними не превышает 100 м.

Система пожаротушения на установке ЭЛОУ-АТ-6 состоит из системы пенотушения и системы орошения. Тушение пожара производится передвижной пожарной техникой и стационарно установленными лафетными стволами. По периметру установки ЭЛОУ-АТ-6 расположены пять лафетных вышек, предусматривающих тушение и орошение любой точки установки двумя компактными струями. Лафетные вышки установлены с обязательным ограничением угла поворота 180°С, чтобы вода и пена не попадали на печь П-1. Каждая лафетная вышка оборудована двумя лафетными стволами. Один предназначен для подачи раствора пенообразователя – ЛС-С-60, второй – для подачи воды – ЛС-С-20. Для охлаждения установки ЭЛОУ-АТ-6 во время пожара предусмотрена работа лафетных стволов, установленных на лафетных вышках.

Кроме того, установка ЭЛОУ-АТ-6 оснащена первичными средствами пожаротушения, установленными на видных местах со свободным доступом к ним.

Печь оборудована системой паровой защиты. Паровая защита предусматривает следующие системы:

- наружную паровую завесу;
- внутреннее паротушение, предназначенное для локализации пожара в печи, а также для предотвращения взрыва в печи, при аварийной остановке или внезапном обрыве пламени форсунок;
- освобождение змеевика, предназначенное для удаления сырья из печных труб в случае их прогара;

- наружное паротушение, предназначенное для ликвидации загораний аварийно выброшенных наружу жидких продуктов и топлива.

Для извещения о пожаре предусматривается:

- система автоматической пожарной сигнализации;
- система оповещения о пожаре;
- установка ручных пожарных извещателей на территории установки;
- телефонная связь.

Система автоматической пожарной сигнализации предназначена для обнаружения возгораний на территории установки ЭЛОУ-АТ-6 и выдачи светозвуковых сигналов оповещения о пожаре на всей территории установки, а также выдачи управляющих сигналов на технологическое оборудование и в пожарную часть. На каждом объекте у телефонов, извещателей должен быть указан порядок вызова пожарной части.

Оперативный план тушения пожара составляется начальником пожарной охраны и согласовывается с руководителем предприятия.

Перечень сил и средств, привлекаемых для ликвидации возможных ЧС представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Перечень сил и средств, привлекаемых для ликвидации возможных ЧС и места их постоянной дислокации

Силы и средства, привлекаемых для ликвидации возможных ЧС	Место их нахождения
Полиция	ул. Ленина, 182
Станция скорой помощи	Абинск, ул. Советов, 15
Пожарная охрана	ул. Кубанская, 34
Аварийная бригада электросетей	ул. Свердлова, 200

На трансформаторных подстанциях и в административном здании в комплекте систем бесперебойного питания переменного и постоянного тока имеются резервные источники (аккумуляторные батареи).

Система контроля имеет резервные источники и зарядную систему, что позволяет последовательно отключать систему контроля в случае сбоя подачи

энергии на нефтебазе.

При пропадании основного источника электроснабжения, питание установок пожарной сигнализации должно осуществляться от резервного источника постоянного тока РИП.

По всей территории имеются проезды для пожарных машин ко всем площадкам. Пожарные гидранты расположены с удобным подъездом для пожарных машин.

Конструкции площадок и опор для размещения технологического оборудования и трубопроводов выполнены из негорючих материалов и обеспечивают предел огнестойкости – 2 часа.

Все проектируемые сооружения на территории предприятия размещены согласно технологических требований и отвечают нормам противопожарных разрывов.

Перечень ПВР представлен в таблице 23.

Таблица 23 – Перечень пунктов временного размещения

№	Номер ПВР	Наименование организаций (учреждений), развертывающих пункты временного размещения	Адрес расположения, телефон	Количество предоставляемых мест	
				посадочных мест	койко-мест
Северский район					
1	18	Средняя общеобразовательная школа № 16 станицы Ильинской муниципального Новопокровского района	ул. Пушкина, 111	200	170
2	19	Средняя Общеобразовательная школа № 17 Станицы Ильинской Муниципального образования Новопокровск район	ул. Крылова, 46а	200	170

Для оповещения сотрудников о возникновении угрозы ЧС или ГО используются следующие виды связи:

- телефонная связь;
- система оповещений по трансляционной сети и тревожной сигнализации.

Вывод по разделу.

В разделе определено, что для защиты от аварийных ситуаций и травмирования, в т.ч. при аварии, предусмотрено:

- безопасное ведение технологического режима в регламентированных пределах изменения параметров;
- система сигнализаций и блокировок, предупреждающая и предотвращающая наступление аварийных ситуаций;
- автоматическое и дистанционное отключение оборудования (в т.ч. электрооборудования, технологической печи);
- с целью предотвращения загазованности, взрыва, пожара, отравления и травмирования персонала предусмотрен непрерывный автоматический контроль за содержанием углеводородов в воздухе рабочей зоны насосных и на аппаратном дворе с помощью датчиков довзрывных концентраций и сигнализаторов, а также периодический аналитический контроль за содержанием углеводородов и оксида углерода в операторной и за содержанием углеводородов в насосной;
- индивидуальные и коллективные средства защиты работающих;
- для технологических трубопроводов с взрывоопасными продуктами не применяются фланцевые соединения с гладкой уплотняющей поверхностью, применяется только стальная запорная и запорно-регулирующая арматура;
- в помещениях предусмотрена световая и звуковая сигнализация, срабатывающая при достижении предупредительных значений параметров процесса, определяющих его взрывоопасность;
- создана система автоматического управления технологическими процессами обеспечивающая постоянный контроль за параметрами процесса и управление режимом для поддержания их регламентированных значений.

## **6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности**

В работе предложен метод анализа надежности электрооборудования на основе сообщений об отказах.

На основе отчетов об отказах, предоставленных отделом технической надзора, который отвечает за ремонт в течение анализируемого периода, может быть разработана база данных о времени выхода из строя систем коллективной защиты операторов установки ЭЛОУ-АТ-6 (устройства защитного отключения, устройств заземления).

Предложенная система взаимодействия при помощи цифровой связи автоматизированного рабочего места диспетчера, мобильного аппаратного комплекса оператора установки ЭЛОУ-АТ-6, радиочастотных считывателей и идентификаторов, установленных на системах электробезопасности установки ЭЛОУ-АТ-6 обеспечат безопасную эксплуатацию электротехнического оборудования ЭЛОУ-АТ-6 и снижение травматизма среди персонала по её обслуживанию.

План реализации данных мероприятий представлен в таблице 24.

Таблица 24 – План реализации мероприятий по снижению травматизма

Рабочее место	Мероприятие	Дата
Операторы установки ЭЛОУ-АТ-6	Установка стационарного процессора автоматизированного рабочего места	2024 год
	Монтаж проводных и цифровых каналов связи	2024 год
	Установка радиочастотных считывателей и идентификаторов	2024 год
	Закупка мобильного аппаратного комплекса	2024 год
	Обучение операторов установки ЭЛОУ-АТ-6 работе с мобильным аппаратным комплексом и АРМ	2024 год

Рассчитаем величину скидки к страховому тарифу по обязательному социальному страхованию для общества с ограниченной ответственностью ООО «КНГК-ИНПЗ» на 2026 год.

Стоимость затрат на реализацию мероприятий приведена в таблице 25.

Таблица 25 – Стоимость затрат на реализацию мероприятий

Виды работ	Стоимость, руб.
Установка процессора автоматизированного рабочего места	100000
Монтаж проводных и цифровых каналов связи	50000
Установка радиочастотных считывателей и идентификаторов	50000
Закупка мобильного аппаратного комплекса	200000
Обучение операторов ЭЛОУ-АТ-6 работе с МАК и АРМ	50000
Итого:	450000

Данные для расчетов скидок и надбавок представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Данные для расчетов скидок и надбавок

Показатель	усл. обоз.	ед. изм.	2023 год	2024 год	2025 год
«Среднесписочная численность работающих» [20]	N	чел	1620	1620	1620
«Количество страховых случаев за год» [20]	K	шт.	1	0	0
«Количество страховых случаев за год» [20]	S	шт.	1	0	0
«Число дней временной нетрудоспособности в связи со страховым случаем» [20]	T	дн	40	0	0
«Сумма обеспечения по страхованию» [20]	O	руб	400000	0	0
Фонд заработной платы за год	ФЗП	руб	2000000000	2000000000	2000000000
«Число рабочих мест, на которых проведена оценка условий труда» [20]	q11	шт	-	1610	-
«Число рабочих мест, подлежащих специальной оценке условий труда» [20]	q12	шт.	-	1610	-
«Число рабочих мест, отнесенных к вредным и опасным классам условий труда по результатам аттестации» [20]	q13	шт.	-	275	-
«Число работников, прошедших обязательные медицинские осмотры» [20]	q21	чел	1620	1620	1620
«Число работников, подлежащих направлению на обязательные медицинские осмотры» [20]	q22	чел	1620	1620	1620

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  $a_{cmp}$  – отношение суммы обеспечения по страхованию в связи со всеми произошедшими у страхователя страховыми случаями к начисленной сумме страховых взносов» [20].

Показатель  $a_{cmp}$  рассчитывается по следующей формуле 3:

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

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

$V$  – сумма начисленных страховых взносов за три года, предшествующих текущему (руб.)» [20]:

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

где  $t_{cmp}$  – «страховой тариф на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [20].

$$V = \sum 6000000000 \cdot 0,002 = 12000000 \text{ руб}$$

$$a_{cmp} = \frac{400000}{12000000} = 0,033$$

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.)» [20];

$$b_{cmp} = \frac{1 \cdot 1000}{1620} = 0,61$$

«Показатель  $c_{стр}$  – количество дней временной нетрудоспособности у страхователя на один несчастный случай, признанный страховым, исключая случаи со смертельным исходом» [20].

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» [20].

$$c_{cmp} = \frac{40}{1} = 40$$

«Коэффициент проведения специальной оценки условий труда у страхователя  $q_1$ » [20].

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» [20].

$$q_1 = \frac{1620 - 275}{1620} = 0,83$$

«Коэффициент проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров у страхователя  $q_2$ » [20].

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» [20].

$$q_2 = \frac{1620}{1620} = 1$$

$$C(\%) = \left\{ 1 - \frac{\left( \frac{0,0033}{0,09} + \frac{0,61}{0,62} + \frac{40}{83,83} \right)}{3} \right\} \cdot 0,83 \cdot 1 \cdot 100 \approx 14$$

Рассчитываем размер страхового тарифа на следующий год с учетом скидки или надбавки по формуле 9:

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

$$t_{стр}^{след} = 0,2 - 0,2 \cdot 0,14 = 0,17$$

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

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

$$V^{2022} = 2000000000 \cdot 0,002 = 4000000 \text{ руб.}$$

$$V^{2022} = 2000000000 \cdot 0,0017 = 3400000 \text{ руб.}$$

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

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

$$\mathcal{Э} = 4000000 - 3400000 = 600000 \text{ руб.}$$

Далее выполним расчет экономического эффекта для ООО «КНГК-ИНПЗ» от снижения травматизма.

Оценка экономического эффекта определяется по формуле 12:

$$\mathcal{Э}_2 = \mathcal{Э} - \mathcal{З}_{ед}, \quad (12)$$

где  $\mathcal{З}_{ед}$  – «единовременные затраты на проведение мероприятий по улучшению условия труда, руб.» [20].

$$\mathcal{Э}_2 = 600000 - 450000 = 150000 \text{ руб.}$$

«Срок окупаемости затрат на проводимые мероприятия определяется соотношением суммы произведенных затрат к общему годовому экономическому эффекту» [20].

$$T_{e\partial} = \frac{3_{e\partial}}{\Xi_2} \quad (13)$$

$$T_{e\partial} = \frac{450000}{600000} = 0,75 \text{ лет}$$

Вывод по разделу.

В разделе выполнен расчет эффективности предложенного предложен метода анализа надежности оборудования на основе сообщений об отказах для обеспечения безопасности операторов установки ЭЛОУ-АТ-6 общества с ограниченной ответственностью ООО «КНГК-ИНПЗ».

За счёт обеспечения безопасности операторов установки ЭЛОУ-АТ-6 общество с ограниченной ответственностью ООО «КНГК-ИНПЗ» сможет сэкономить на уплате взносов на страхование работников от производственного травматизма 600000 руб.

## Заключение

Результаты, приведенные в первом разделе, ясно показали, что признаки отказов оборудования весьма разнообразны и сильно отличаются от признаков нарушений качества электроэнергии. Основные характеристики признаков отказов оборудования можно резюмировать следующим образом:

- аномальная реакция на ток: признаки сбоев оборудования часто более заметны в форме сигналов тока, в отличие от формы сигналов напряжения. Многие сбои оборудования проявляются кратковременным увеличением тока или повторяющимися импульсами тока. Также могут наблюдаться незначительные колебания тока. Такие характеристики особенно очевидны при анализе среднеквадратичных значений текущих сигналов;
- различный временной масштаб: некоторые сбои оборудования могут быть идентифицированы только по сигналам. Примерами могут служить повторный запуск выключателя и асинхронное замыкание конденсатора. Существуют также сбои оборудования, которые наиболее заметны в более длительном масштабе времени, например, при изменении среднеквадратичного значения в течение нескольких секунд или минут;
- сложность определения характеристик: серьезность помех является основной причиной нарушений качества электроэнергии. Однако целью мониторинга состояния оборудования является выявление наличия зарождающихся отказов или нештатных операций. Индексы, ориентированные на серьезность, не подходят для характеристики признаков отказов оборудования.

Во втором разделе определено, что для обеспечения безопасности обслуживающего персонала при производстве ремонтных работ и оперативных переключений на установке предусматриваются комплекты оборудования и материалов по охране труда. Обеспечение

электробезопасности обслуживающего персонала соответствует требованиям. Элементы комплекса технических средств, находящихся под напряжением, имеют защиту от случайного прикосновения. В помещениях, где размещены элементы комплекса технических средств, предусмотрены контуры защитного и приборного (системного) заземления. Система защитного заземления защищает человека от поражения электрическим током при повреждении изоляции токопроводов.

В разделе предложен метод анализа надежности оборудования на основе сообщений об отказах. Первый шаг в предлагаемом методе включает оценку первого отказа для каждого компонента оборудования за определенный период времени, который обычно устанавливается равным или превышающим заранее установленный гарантийный срок.

На основе отчетов об отказах, предоставленных отделом технической надзора, который отвечает за ремонт в течение анализируемого периода, может быть разработана база данных о времени выхода из строя. В этих отчетах должна быть указана дата установки оборудования и дата, когда произошло сообщение о первом отказе оборудования.

Следующий шаг в методологии требует организации базы данных времени до отказа в виде данных об отказах и данных для анализа надежности.

В третьем разделе предложены мероприятия по снижению воздействия электрического тока на рабочем месте оператора технологических установок, которые снизят профессиональные риски со значимости «Высокий риск» до значимости «Низкий риск».

В четвёртом разделе установлено, что для предотвращения загрязнения поверхностных и грунтовых вод окружающей местности и водоемов сохранен сложившийся режим стока поверхностных вод и исключение попадания в них горюче-смазочных материалов. Отвод производственных и дождевых стоков от наружного оборудования предусмотрен в существующую сеть производственно-дождевой канализации завода.

Сеть производственно-дождевых сточных вод выполнена из

металлических труб.

Группы аппаратов и оборудования, где возможен розлив нефтепродуктов, установлены на бетонных площадках, огражденных по периметру сплошным бортиком.

Контроль за соблюдением Закона об охране природы осуществляют руководители всех подразделений ООО «КНГК-ИНПЗ».

В пятом разделе определено, что для защиты от аварийных ситуаций и травмирования, в т.ч. при аварии, предусмотрено:

- безопасное ведение технологического режима в регламентированных пределах изменения параметров;
- система сигнализаций и блокировок, предупреждающая и предотвращающая наступление аварийных ситуаций;
- автоматическое и дистанционное отключение оборудования;
- с целью предотвращения загазованности, взрыва, пожара, отравления и травмирования персонала предусмотрен непрерывный автоматический контроль за содержанием углеводородов в воздухе рабочей зоны насосных и на аппаратном дворе с помощью датчиков довзрывных концентраций и сигнализаторов, а также периодический аналитический контроль за содержанием углеводородов и оксида углерода в операторной и за содержанием углеводородов в насосной.

В шестом разделе выполнен расчет эффективности предложенного метода анализа надежности оборудования на основе сообщений об отказах для обеспечения безопасности операторов установки ЭЛОУ-АТ-6 общества с ограниченной ответственностью ООО «КНГК-ИНПЗ».

За счёт обеспечения безопасности операторов установки ЭЛОУ-АТ-6 общество с ограниченной ответственностью ООО «КНГК-ИНПЗ» сможет сэкономить на уплате взносов на страхование работников от производственного травматизма 600000 руб.

## Список используемых источников

1. Асауленко Е. В. Автоматизированная система диагностики умения решать расчетные задачи на основе структурно-ментальных схем // Вестник РУДН. Серия: Информатизация образования. 2020. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannaya-sistema-diagnostiki-umeniya-reshat-raschetnye-zadachi-na-osnove-strukturno-mentalnyh-shem> (дата обращения: 24.04.2024).
2. Белов О. А. Методология оценки технического состояния электрооборудования при развитии параметрических отказов // Вестник АГТУ. Серия: Морская техника и технология. 2015. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologiya-otsenki-tehnicheskogo-sostoyaniya-elektrooborudovaniya-pri-razvitii-parametricheskih-otkazov> (дата обращения: 24.04.2024).
3. Зацепина В. Ио, Астанин С. С. Анализ надежности системы электроснабжения с учетом отказоустойчивости Релейной защиты // Вестник ТГТУ. 2020. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-nadezhnosti-sistemy-elektrosnabzheniya-s-uchetom-otkazoustoychivosti-releynoy-zaschity> (дата обращения: 24.04.2024).
4. О гражданской обороне [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 12.02.1998г. № 28-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901701041?ysclid=ld8o366ce263882703> (дата обращения: 27.01.2024).
5. 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: 27.01.2024).
6. О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 21.05.2007 № 304 (ред. от 20.12.2019). URL:



<https://base.garant.ru/12153609/?ysclid=ld8lpcbhhg377716161> (дата обращения: 27.02.2024).

7. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 27.02.2024).

8. Об утверждении порядка оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечня включаемых в нее сведений [Электронный ресурс] : Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 16 октября 2020 г. № 414. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=428055&ysclid=1uqxylh155393696720> (дата обращения: 27.01.2024).

9. Об утверждении Правил представления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 17 августа 2020 г. № 1241. URL: <https://base.garant.ru/74524240/?ysclid=luqxuwwez459955651> (дата обращения: 27.01.2024).

10. 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=1d8jr94kat939272210> (дата обращения: 27.02.2024).

11. 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=1d8jqdwcm8100411018> (дата обращения: 05.02.2024).

12. Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам нефтяной промышленности, занятым на работах с вредными и

(или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением [Электронный ресурс] : Приказ Минздравсоцразвития РФ №970н от 09.12.2009. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=281870&ysclid=lvdbbklkbzv336700487> (дата обращения: 27.02.2024)..

13. 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: 27.02.2024).

14. Об утверждении формы отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля [Электронный ресурс] : Приказ Минприроды России от 14.06.2018 № 261 (ред. от 23.06.2020). URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=377676&ysclid=lvdsbgkkxui183890770> (дата обращения: 05.02.2024).

15. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 15.12.2020 № 903н. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_372952](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_372952) (дата обращения: 26.02.2024).

16. Сайдалиев Б. Я. Снижение солесодержания нефти при первичной переработке нефти в установке ЭЛОУ-АВТ // Universum: технические науки. 2021. №10-4 (91). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/snizhenie-solesoderzhaniya-nefti-pri-pervichnoy-pererabotke-nefti-v-ustanovke-elou-avt> (дата обращения: 24.04.2024).

17. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.1.019-2017. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/70055/?ysclid=lvdbcm78zl917340511> (дата обращения: 27.02.2024).

18. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

[Электронный ресурс] : ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200000277> (дата обращения: 26.02.2024).

19. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 27.01.2024).

20. 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.