

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 Защита от опасностей при чрезвычайных ситуациях

Обучающийся

Е.Е. Коршунов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.с.-х.н., О.А. Малахова

(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 «Защита от опасностей при чрезвычайных ситуациях».

В разделе «Оценка возможностей возникновения чрезвычайных ситуаций на объекте исследования» проводится анализ рисков возникновения чрезвычайных ситуаций на промышленном объекте.

В разделе «Разработка методов снижения риска возникновения чрезвычайной ситуации на производстве» проводится исследование и анализ методов снижения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций различного характера на промышленном объекте.

В разделе «Оценка эффективности предлагаемых методов снижения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций различного характера на промышленном объекте» проводится Анализ создания и внедрения предлагаемых методов снижения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций различного характера на промышленном объекте.

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.

В разделе «Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях» представлены мероприятия по предупреждению 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 59 страницах и содержит 14 таблиц.

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 4  |
| Термины и определения .....  | 6  |
| 1 Оценка возможностей возникновения чрезвычайных ситуаций на объекте исследования.....   | 7  |
| 2 Разработка методов снижения риска возникновения чрезвычайной ситуации на производстве .....  | 13 |
| 3 Оценка эффективности предлагаемых методов снижения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций различного характера на промышленном объекте ..... | 22 |
| 4 Охрана труда.....  | 26 |
| 5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....  | 32 |
| 6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях .....  | 39 |
| 7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....   | 46 |
| Заключение .....   | 55 |
| Список используемых источников.....  | 56 |
| Приложение А Паспорт безопасности.....   | 60 |

## Введение

Несмотря на прогресс технологий в мире, безопасность человека и гигиена труда по-прежнему подвергаются многочисленным опасностям в трудовой жизни. Из-за тяжелого материального и морального бремени, которое несчастные случаи на производстве создают для социально-экономической структуры из-за отсутствия культуры безопасности, страны постоянно ищут альтернативные политики культуры безопасности для предотвращения несчастных случаев на производстве

Быстрый рост населения мира привел к росту потребностей и росту недостаточного производства, и в этой ситуации новые работники были необходимы для удовлетворения спроса на рабочую силу, необходимого производителям. Без здоровой рабочей силы невозможно развитие экономики и промышленности страны. Производство и спрос на рабочую силу, безопасность труда, устойчивое использование производственных ресурсов, эффективность и культура безопасности имеют большое значение. Несчастные случаи являются результатом небезопасное поведение и небезопасные ситуации, которые являются причиной ряда в Безопасность. Чтобы предотвратить несчастные случаи, необходимо полностью понять механизм возникновения несчастных случаев.

Культура безопасности оказывает значительное влияние на сокращение крупных катастроф и аварий. Чтобы правильно понять систему и провести точную оценку эффективности в области охраны труда и техники безопасности, необходимо оценить все компоненты организации и их взаимодействие друг с другом в совокупности.

Цель работы – повышение безопасности предприятия за счёт разработки мероприятий по защите объекта от опасностей при чрезвычайных ситуациях.

Задачи:

- провести анализ возникновения чрезвычайных ситуаций на промышленном объекте;

- провести исследование и анализ методов снижения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций различного характера на промышленном объекте;
- провести оценку эффективности применения методов снижения риска возникновения чрезвычайных ситуаций различного характера на промышленном объекте;
- провести анализ создания и внедрения предлагаемых методов снижения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций различного характера на промышленном объекте;
- провести анализ программы внедрения предлагаемых методов и мероприятий на исследуемом объекте с целью снижения риска возникновения чрезвычайных ситуаций;
- составить реестр профессиональных рисков для рабочих мест;
- определить мероприятие по устранению высокого уровня профессионального риска на рабочем месте;
- определить антропогенную нагрузку организации, технологического процесса на окружающую среду;
- оформить результаты производственного контроля;
- выполнить оценку эффективности разработанных мероприятий.

## Термины и определения

Опасность – «фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной травмы, острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья» [10].

Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме [8].

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 [20].

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» [7].

Оценка профессиональных рисков – «это выявление возникающих в процессе осуществления трудовой деятельности опасностей, определение их величины и тяжести потенциальных последствий» [10].

Оценка риска – «процесс анализа рисков, вызванных воздействием опасностей на работе, для определения их влияния на безопасность и сохранение здоровья работников» [10].

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» [20].

## **1 Оценка возможностей возникновения чрезвычайных ситуаций на объекте исследования**

Подстанция ПС 110/6 кВ предназначена для трансформации, передачи и распределения электрической энергии.

На подстанции предусматривается «строительство следующих зданий и сооружений:

- здание ЗРУ 6 кВ, совмещенное с ОПУ (общеподстанционным пунктом управления) в блочно-модульном исполнении заводского изготовления и поставки;
- открытое распределительное устройство 110 кВ (линейные ячейковые порталы 110 кВ с фундаментами, фундаменты под опоры для технологического оборудования 110 кВ);
- фундаменты под открыто устанавливаемые два силовых трансформатора Т-1, Т-2 мощностью по 6,3 МВА каждый;
- наружное ограждение;
- внутреннее ограждение;
- кабельные конструкции» [22].

«Пространственная, планировочная и функциональная организация подстанции выполнена исходя из ее территориального расположения» [22], назначения, «количества и мощности трансформаторов, типов применяемого оборудования, климатических и геологических условий, условий перспективного развития ПС, максимального сокращения площади ПС и обеспечения подходов линий электропередач» [22].

«Компоновка ПС обеспечивает: возможность проведения ремонта и технического обслуживания оборудования, проведения профилактических работ, наименьшее влияние электрического поля на обслуживающий персонал» [22].

«Здание ЗРУ 6 кВ, совмещенное с ОПУ Здание – одноэтажное, прямоугольное в плане, в блочно-модульном исполнении заводского

изготовления и поставки, с общими габаритными размерами» [22] 5,900м x 17,000м. «Высота модулей в коньке составляет примерно 4300 мм (от ростверка). В здании не предусматривается нахождение постоянного персонала» [22].

«Здание из блок-модулей (максимальной заводской готовности) выполнено в виде стальной силовой рамы в основании блока на которую устанавливается пространственный силовой каркас с ограждающими конструкциями типа сэндвич. Блок-модули устанавливаются на конструкцию металлического ростверка» [22].

«Ограждающие конструкции типа сэндвич представляют собой панели со стальными обшивками и теплоизолирующим материалом из негоряемых минераловатных плит на основе базальтового волокна» [22].

Толщина утеплителя подбирается согласно требованиям СП 50.13330.2012 [18].

«Опорные рамы здания выполнены из металлоконструкций. Пространственная расчетная схема опорной рамы представляет собой систему продольных и поперечных балок, опирающихся на металлический ростверк, который передает нагрузки на фундамент» [22].

«Предусматриваются входные площадки и лестницы с ограждением заводского изготовления, поставляемые с блочно-модульным зданием. Входные площадки и лестницы выполнены из металлоконструкций прокатных профилей, покрытых металлическим просечно-вытяжным листом. На входных площадках и лестницах также предусматривается ограждение с козырьком, выполненное из металлических прокатных профилей» [22].

«Открытое распределительное устройство 110 кВ (ОРУ 110 кВ) ОРУ 110 кВ представляет комплекс сооружений линейных (ячейковых) порталов, опор под оборудование» [22].

«Конструкции порталов – металлические. Порталы выполнены свободностоящими в виде П-образных рам с жестким заземлением стоек у основания. Соединение стоек с траверсой порталов выполнено шарнирным.

Прожекторная мачта – свободностоящая решетчатая опора с жестким заземлением у основания. Порталы выполнены на основании серии 3.407.2-162 «Унифицированные стальные порталы открытых распределительных устройств 35-150 кВ для обычных и северных районов» [22].

«Нагрузки на порталы не превышают максимальных нагрузок, предусмотренных в сериях, что позволило применять в проекте типовые стальные конструкции, разработанные в данных сериях» [22].

Система собственных нужд ПС 110/6 кВ выполнена в соответствии с п. 9.1. СТО 56947007-29.240.10.248-2017 [2] (НТП ПС) и включает в себя щит собственных нужд, состоящий из «двух секций с устройством АВР. Схема собственных нужд переменного тока подстанции предусматривается с неявным резервом. В нормальном режиме работы каждая секция ЩСН получает питание» [22] от одного ТСН. При обесточивании одной секции подается питание от второй автоматическим включением секционного выключателя.

На вводах ЩСН применяются селективные автоматические выключатели втычного исполнения с электронным расцепителем, с выдержкой времени при перегрузках и селективного срабатывания при токах короткого замыкания.

Для секционирования секций шин ЩСН применяется селективный автоматический выключатель втычного исполнения с электронным расцепителем, с выдержкой времени при перегрузках и селективного срабатывания при токах короткого замыкания.

От сборных шин щитов СН до потребителей применяются «автоматические выключатели с электромагнитными и тепловыми расцепителями, предназначенные для проведения тока в нормальном режиме» [22] и отключения тока при КЗ и перегрузках, а также для нечастых оперативных включений и отключений электрических цепей переменного тока.

Напряжение питания сети собственных нужд 380/220 В. Система

заземления нейтрали TN-C-S.

Заземление нейтралей трансформаторов СН и разделение PEN проводников на PE и N проводники выполняется на ЩСН.

Для обеспечения резервирования электроприёмников 1-й и 2-й категорий на ПС 110/6 кВ предусматриваются следующие мероприятия:

- взаиморезервирование трансформаторов собственных нужд ТСН-1 и ТСН-2;
- взаиморезервирование секций шин 380/220 В собственных нужд переменного тока подстанции с применением автоматического ввода резерва (АВР) на секционном автоматическом выключателе 0,4 кВ.

Отопление в здании предусматривается за счет непосредственной трансформации электрической энергии в тепловую, в соответствии с п.6.1.5 СП 60.13330.2020 [13] и заданием на проектирование. В качестве отопительных приборов в здании предусматриваются электроконвекторы, имеющие встроенный терморегулятор и защиту от перегрева.

«Вентиляция – для обеспечения установленных санитарно-гигиенических норм микроклимата и чистоты воздуха предусматривается устройство общеобменной приточно-вытяжной вентиляции с механическим побуждением» [22]. Вентиляция помещений РУ 6 кВ (совмещенного с ТСН, ЩСН, ТМ и связи) и помещения РЗА и ЩПТ обеспечивает отвод выделяемого тепла для поддержания допустимой для электрических аппаратов температуры. Приток воздуха – механический подается сборной приточной установкой с очисткой воздуха и электроподогревом, вытяжка – механическая, предусмотрена из верхней зоны помещения при помощи канального вентилятора. Вентиляция периодического действия: включение при +35 °С, отключение при +25 °С. Приточный воздух очищается в фильтрах и подогревается до 16 °С (в холодный период). Воздуховоды систем вентиляции предусмотрены из тонколистовой оцинкованной стали.

Соединение участков воздуховодов предусмотрено на фланцах. Предусмотрена тепловая изоляция приточного воздуховода до калорифера. На

системах устанавливаются наружные защитные решетки предусмотрено резервирование систем П1, П2 и В1, В2.

Для ассимиляции теплоизбытков и поддержания нормируемой температуры воздуха в здании ПС 110 кВ предусматривается устройство систем кондиционирования с применением сплит-систем, резервирующих друг друга. Внутренние блоки предусмотрены настенного типа. Внешние блоки полной заводской готовности размещены снаружи здания. Предусматривается автоматическая ротация работы. Внутренние блоки автоматически поддерживают температуру  $t_{en.}=+18^{\circ}\text{C}$ . Дренаж от внутренних блоков кондиционеров предусмотрен на отмокку. Фреоноводы предусмотрены с теплоизоляцией «Энергофлекс» из вспененного полиэтилена толщиной 6 мм.

Система управления обеспечивает надежную, эффективную и безопасную эксплуатацию объектов управления за счет выполнения качественного регулирования, предотвращения аварийных ситуаций, надежности работы технических средств и их диагностирования, достаточного информационного обеспечения обслуживающего и эксплуатационного персонала, минимизации ручного труда [5].

Открытое распределительное устройство (ОРУ) 110 кВ выполняется на базе комплектной трансформаторной подстанции (КТПБ) с отдельно стоящими блоками с оборудованием и жесткой ошиновки высокой заводской готовности.

Жесткая ошиновка позволяет отказаться от дополнительных порталов и сократить межячейковые расстояния. Высота установки жесткой ошиновки меньше по сравнению с гибкой, поэтому ее удобнее обслуживать. «Применение литых шинодержателей и болтовых соединений позволяет производить монтаж ошиновки быстро и без применения сварочной техники, а также выполнять быструю замену шин. Шины могут быть быстро демонтированы и применены вновь на другом объекте» [22].

На объекте предусматривается установка блочно-модульного здания

ЗРУ 6 кВ, совмещенного с ОПУ, комплектной заводской поставки. Здание ЗРУ 6 кВ предусматривается одно-этажным, длиной и шириной в осях 17 м и 5,9 м соответственно. Ошиновка от силовых трансформаторов Т-1 и Т-2 до ЗРУ 6 кВ, совмещенного с ОПУ, предполагается гибкой, выполняемой сталеалюминиевыми проводами марки АС. Вид обслуживания КРУ 6 кВ – двустороннее. Здание ЗРУ 6 кВ оборудовано инженерными сетями, включающими в себя освещение, отопление, вентиляцию, кондиционирование, пожарно-охранную сигнализацию.

К установке в ЗРУ 6 кВ предлагаются малогабаритные ячейки КРУ 6 кВ с вакуумными выключателями. Номинальный ток сборных шин составляет 1000 А, номинальный ток главных цепей шкафов 630 А и 1000 А.

Шкаф КРУ представляет собой сборную металлоконструкцию, внутри которой размещена вся аппаратура схем главных и вспомогательных цепей. Для безопасного обслуживания и локализации аварий корпус разделен на отсеки металлическими перегородками.

Аварийными ситуациями на подстанции являются повреждения силовых кабелей и потеря питания собственных нужд 0,4 кВ.

В случае аварийного режима работы подстанции проектными решениями предусматриваются следующие мероприятия: в случае выхода из строя одного из трансформаторов собственных нужд ТСН-1 или ТСН-2, питание потребителей 0,4 кВ собственных нужд ПС осуществляется от оставшегося в работе трансформатора.

Вывод по разделу.

В разделе в качестве объекта исследования выбрана подстанция ПС 110/6 кВ предназначена для трансформации, передачи и распределения электрической энергии.

Аварийными ситуациями на подстанции являются повреждения силовых кабелей и потеря питания собственных нужд 0,4 кВ.

## **2 Разработка методов снижения риска возникновения чрезвычайной ситуации на производстве**

Местоположение каждой сети устанавливают с учетом ее технологических и эксплуатационных особенностей и в соответствии с общими условиями рационального размещения подземных сетей.

«Этими основными условиями являются:

- расположение трубопроводов и каналов по возможности вне проезжих частей;
- соблюдение нормируемых расстояний между соседними сетями в грунте, обеспечивающих безопасность каждой сети при разрытии соседней и исключающих взаимное влияние;
- соблюдение нормируемых расстояний между отдельными сетями, оборудованием (сооружениями)» [22].

«Размещение сетей осуществляют с соблюдением установленных правил и норм, касающихся взаимного расположения в плане и глубины заложения сетей различного назначения» [22].

«При проектировании учитывались все подземные сети, которые предполагается прокладывать, а также перспективное развитие подземного хозяйства, для чего предусматриваются резервные места» [22].

«Кабельные сети размещают под землёй с объединением в отдельные группы кабелей сильного и слабого тока. К кабелям сильного тока относятся кабели высокого и низкого напряжения, силовых установок, уличного освещения и бытового электроснабжения, а к кабелям слабого тока – сети сигнализации всех видов. Между группами необходимо сохранять расстояние не менее 0,5 м. Между соседними кабелями в каждой группе предусматривается расстояние 0,05-0,1 м» [22].

Расстояния между зданиями и сооружениями подстанции приняты по СП 4.13130.2013 [16], СП 18.13330.2019 [1], №123-ФЗ [19] и ПУЭ 7 издание.

Минимальные расстояние от трансформаторов до здания ОПУ – 4,6 м,

согласно п. 4.2.67 ПУЭ расстояние регламентируется только технологическими требованиями, т.к. в здании ОПУ установлено оборудование, имеющее непосредственную электрическую связь с установленными трансформаторами.

Минимальные расстояние от трансформаторов и зданий на территории ПС до зданий и сооружений за территорией ПС не определялись, так как по результатам изысканий в радиусе 100 м здания и сооружения отсутствуют.

Расстояние от зданий и трансформаторов до лесных массивов более 50 м, согласно требованиям п.6.1.6 СП 4.13130.2013 (расстояние от лесного массива должно быть не менее 50 м от зданий и оборудования ПС и не менее 5 метров от наружного ограждения ПС).

Для предотвращения развития аварийных ситуаций, связанных с повреждениями силовых кабелей проектом предусматривается:

- отдельная прокладка взаиморезервируемых силовых кабелей и кабелей разного класса напряжения;
- применение кабелей с изоляцией, не распространяющей горение (нг-LS, нг-FRLS);
- применение огнезащитной терморасширяемой пасты на основе воднополимерной дисперсии с функциональными минеральными и органическими наполнителями, для защиты кабелей.

Для предотвращения развития аварийных ситуаций, связанных с повреждениями собственных нужд 0,4 кВ на объекте предусматривается питание потребителей СН 0,4 кВ от первой и второй секций РУ 0,4 кВ отдельно с отключенным АВР.

Комплект основной защиты трансформатора содержит:

- дифференциальную токовую защиту трансформатора (ДЗТ) от всех видов КЗ внутри бака;
- токовую отсечку и максимальную токовую защиту стороны высокого напряжения (ВН) с пуском по напряжению (МТЗ ВН);
- максимальную токовую защиту стороны низшего напряжения (НН)

- с пуском по напряжению (МТЗ НН);
- защиту от перегрузки (ЗП);
- токовые реле для пуска автоматики охлаждения;
- защиту от потери охлаждения;
- ГЗТ сигнальная и отключающая ступени;
- ГЗ РПН;
- контроля состояния изоляции цепей газовой защиты трансформатора;
- прием сигналов от технологических защит.

Комплект резервной защиты трансформатора Комплект резервной защиты трансформатора содержит:

- токовую отсечку и максимальную токовую защиту ВН (МТЗ ВН) с комбинированным пуском по напряжению от многофазных КЗ (двухфазных, двухфазных на землю, трехфазных);
- токовой ненаправленной защиты нулевой последовательности (ТЗНП) от КЗ на землю;
- ГЗТ сигнальная и отключающая ступени;
- ГЗ РПН;
- контроля состояния изоляции цепей газовой защиты трансформатора;
- прием сигналов от технологических защит.

Кроме того комплект резервной защиты содержит следующие функции:

- автоматику управления выключателем (АУВ);
- автоматическое повторное включение (АПВ);
- устройство резервирования отказов выключателя (УРОВ).

Комплект АРКТ Токовые цепи в терминале АРКТ используются в двух случаях:

- при расчете напряжения поддержания потребителя;
- в цепях реле тока перегрузки ввода.

Исходя из ниже принятых технических решений, токовые цепи в терминале не будут использованы, в терминале АРКТ будет реализована внешняя блокировка при перегрузке по току. В данном случае внешняя блокировка будет реализована от терминала основной защиты трансформатора при перегрузке по стороне ВН. Поддержание напряжения на шинах будет осуществляться без расчета падения напряжения у потребителя, а по фактическому измеренному значению напряжения на шинах 6 кВ. 4.2 СВ 110 кВ Устройство управления выключателем СВ 110 кВ реализуется на МП терминале, совместно с МТЗ и ТЗНП.

Комплект автоматики управления выключателем содержит следующие функции:

- автоматику управления выключателем (АУВ);
- автоматическое повторное включение (АПВ);
- устройство резервирования отказов выключателя (УРОВ).

Терминал предусматривает включение выключателя с контролем синхронизма при включение от АПВ и при оперативном включение от ключа управления либо от АСУ.

Ключ управления СВ 110 кВ и ключ переключения режима «Местное/Дистанционное» расположены на шкафу с функцией АУВ СВ 110 кВ. Также управление СВ 110 кВ осуществляется удаленно из АСУ ТП. РУ 6 кВ РУ 6 кВ выполняются в шкафах КРУ внутренней установки.

Комплекс РЗА элементов РУ 6 кВ полностью реализуется с использованием МП устройств.

МП устройства защит и «автоматики элементов 6 кВ устанавливаются в ячейки КРУ 6 кВ» [22].

«В соответствии с п.12.15 НТП ПС [15] на вводных выключателях необходимо предусматривать:

- максимальную токовую защиту с комбинированным пуском по напряжению;
- дуговую защиту;

- защиту минимального напряжения;
- УРОВ» [22].

«На секционном выключателе необходимо предусматривать:

- максимальную токовую защиту;
- дуговую защиту;
- автоматическое включение резерва (АВР)» [22].

«На каждой секции шин должна быть предусмотрена:

- дуговая защита шин;
- логическая защита шин;
- сигнализация замыканий на землю» [22].

«На отходящих линиях необходимо предусматривать:

- максимальную токовую защиту;
- токовую отсечку;
- защиту от перегрузки (на ТСН);
- защиту от замыканий на землю;
- дуговую защиту;
- УРОВ» [22].

Управление выключателями 6 кВ осуществляется из ячеек КРУ 6 кВ через переносной пульт управления либо через АРМ ОП.

Предусмотрена функция восстановления нормального режима (ВНР) после АВР. Предусмотрен выбор режима ВНР: с перерывом питания, без перерыва питания.

Запрет АВР формируется от:

- УРОВ;
- дуговой защиты (ЗДЗ).

ДЗ 6 кВ Предусматривается установка комплекса дуговой защиты, состоящего из оптоволоконных датчиков и МП-регистраторов, устанавливаемых в каждой ячейке КРУ 6 кВ.

Устройство представляет собой блок, выполненный на

микропроцессорной элементной базе, позволяющий реализовать функции обнаружения всплесков дуги, сопровождающих открытые дуговые замыкания, контроля МТЗ с помощью дискретных входов, выдачи управляющих сигналов в цепи управления и сигнализации, регистрации и хранения событий, связи с АСУ ТП, диагностики ВОД и работоспособности устройства в целом.

Сигнал отключения выключателя от ЗДЗ формирует пуск УРОВ данного выключателя.

Логическая защита шин (ЛЗШ) – представляет собой защиту, обеспечивающую отключение вводного (секционного) выключателя с минимальной выдержкой времени срабатывания при замыкании на секции шин.

В терминалах вводных и секционного выключателей предусмотрена отключающая токовая ступень ЛЗШ, работающая с минимальной выдержкой времени. Работа данной ступени блокируется пусковыми органами защит (пуск МТЗ) нижестоящих присоединений при коротких замыканиях в зоне действия защит данных присоединений.

Устройства управления выключателями Для выключателей 110 кВ силовых трансформаторов устанавливаются шкафы с МП терминалом с функцией АУВ совместно с функцией резервной защиты. Для СВ 110 кВ устанавливается отдельный терминал с функцией АУВ. На выключателях 6 кВ в ячейке КРУ устанавливаются терминал с функцией АУВ совместно с функциями защит ячеек.

В терминал АУВ предлагается включить функции:

- УРОВ;
- ТАПВ;
- АУВ.

Терминал АУВ выключателей 110 кВ предусматривает возможность включения выключателя с контролем синхронизма при включение от АПВ и при оперативном включение от ключа управления либо от АСУ.

Данный шкаф предусматривает:

- местное управление выключателем (кнопками с лицевой панели терминала или ключами управления) со светодиодной индикацией включенного/отключенного положения выключателя;
- дистанционное управление выключателем (через АСУ ТП).

Терминалы АУВ предусматривают на передней панели светодиоды, предупреждающие об аварийном состоянии и неисправностях выключателя, и трансформаторов напряжения.

Доступ ко всей находящейся в устройстве информации обеспечивается как через дисплей терминала, так и через переносной компьютер.

Для управления оборудованием ПС 110 кВ устанавливается АРМ ОП.

4.5 Устройство резервирования отказа выключателя Выключатели всех классов напряжений на ПС 110/6 кВ «Печегубский карьер» комплектуются одним комплектом индивидуальных УРОВ.

УРОВ реализует следующие функции:

- осуществляет контроль положения каждой фазы выключателя с помощью специальных органов тока;
- прием пофазных/трехфазных пусковых сигналов срабатывания внешних/внутренних защит;
- осуществляет трехфазные повторные воздействия на отключение без выдержки времени фаз выключателя (действие «на себя»);
- при пуске УРОВ от защит и наличии тока, превышающего ток срабатывания, по истечении установленной выдержки времени, формирует сигналы трехфазного отключения смежных выключателей, запрета АПВ отказавшего и смежных выключателей, обеспечивает возврат таймеров УРОВ при успешном отключении выключателей, определяемом по возврату токовых органов.

На «ЩПТ предусматриваются устройства сигнализации и контроля, выполняющие следующие функции:

- устройство контроля изоляции цепей оперативного тока;
- устройство автоматизированного поиска замыканий на землю в сети

постоянного тока;

- устройство автоматического определения поврежденного (замыкание на землю) фидера ЩПТ;
- контроль напряжения на шинках постоянного тока и выдача сигнала о его повышении или понижении;
- контроль уровня пульсации напряжения на секции и выдача сигнала при увеличении уровня пульсации выше заданной уставки;
- устройство контроля АБ и зарядно-подзарядных агрегатов;
- устройство контроля целостности всех предохранителей и аварийного отключения всех автоматических выключателей» [22].

«Предусматривается локальная сигнализации всех неисправностей ЩПТ и выдача в схему центральной сигнализации обобщенных сигналов неисправности и срабатывания» [22].

«На ЩПТ предусматриваются местные приборы измерения:

- тока зарядно-подзарядного агрегата;
- тока подзаряда АБ;
- напряжение на полюсах АБ относительно «земли»;
- напряжение на секциях ЩПТ» [22].

На внешней стороне ЩПТ должна быть изображена мнемосхема щита, показывающая основные его соединения и положения, с привязкой к измерительным и коммутационным приборам.

«Для обеспечения минимальной периодичности осуществления проверок, осмотров и освидетельствований состояния систем инженерно-технического обеспечения и оборудования администрацией предприятия разрабатываются планы и инструкции на основании действующих нормативных документов» [22].

«Инструкции по безопасным методам ведения работ должны пересматриваться и переутверждаться один раз в три года, а также при введении новых правил и норм, типовых инструкций, изменении техники и технологии» [22].

Вывод по разделу.

В разделе установлено, что на объекте предусматривается локальная сигнализация всех неисправностей ЩПТ и выдача в схему центральной сигнализации обобщенных сигналов неисправности и срабатывания.

Для предотвращения развития аварийных ситуаций, связанных с повреждениями силовых кабелей проектом предусматривается:

- отдельная прокладка взаиморезервируемых силовых кабелей и кабелей разного класса напряжения;
- применение кабелей с изоляцией, не распространяющей горение (нг-LS, нг-FRLS);
- применение огнезащитной терморасширяемой пасты на основе воднополимерной дисперсии с функциональными минеральными и органическими наполнителями, для защиты кабелей.

### **3 Оценка эффективности предлагаемых методов снижения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций различного характера на промышленном объекте**

Устройства РЗА предусматривается выполнить на микропроцессорной базе РЗА с поддержкой протокола IEC-61850.

В характеристиках МП терминалов заложена возможность информационного обмена между устройствами РЗА при помощи МЭК 61850 (MMS, GOOSE) [15] на перспективу.

В рамках данного титула предусматривается использование МП терминалов с наличием дублированного подключения к сети Ethernet (АСУ ТП) по стандарту МЭК 61850 (MMS) только для передачи информации в систему ССПИ.

Информационный обмен между терминалами РЗА по МЭК61850 (GOOSE) данным проектом не предусматривается.

Вновь устанавливаемые шкафы РЗА элементов 110 кВ, общеподстанционные устройства предполагается разместить в помещении ОПУ. МП устройства защит и автоматики элементов 6 кВ размещаются в ячейках КРУ 6 кВ в помещении ЗРУ 6 кВ. здания ЗРУ 6 кВ, совмещенного с ОПУ.

Весь объем вновь подключаемых соединений будет выполнен контрольными кабелями марки типа КВВГЭнг(А)-1 .S.

Все устанавливаемые терминалы обеспечивают прием импульсов от системы точного времени по оптическому каналу связи.

Система управления и «мониторинга СОПТ (СУМ СОПТ) обеспечивает автоматический контроль и регистрацию параметров режима СОПТ, оповещение дежурного персонала об отклонениях параметров режима от допустимых значений» [22].

Передача информации в систему АСУ ТП осуществляется по протоколам МЭК 61850.

В систему регистрации аварийных событий должны передаваться следующие параметры СОПТ:

- напряжение каждого из полюсов секции относительно «земли»;
- напряжение на шинах секций между полюсами;
- ток АБ.

Измерение напряжений для целей РАС возможно осуществлять непосредственно с шин ЩПТ с использованием защитных аппаратов.

Для передачи в РАС токов необходимо установить преобразователи аналоговых сигналов в 4-20 мА.

В одном из шкафов щита постоянного тока размещается блок аварийного освещения (БАО), мощностью 0,9 кВт и блок питания оперативной блокировки (БПОБР), мощностью 0,3 кВт.

Для контроля сопротивления изоляции в сети оперативного постоянного тока применяется система контроля изоляции и автоматизированного поиска «земли».

«Устройство контроля изоляции обеспечивает в автоматическом режиме контроль и измерение сопротивления изоляции полюсов сети СОПТ относительно «земли» и формировать сигналы о снижении сопротивления изоляции ниже допустимых пределов:

- предупредительный «напряжение изоляции снижено» – при снижении уровня изоляции одного или одновременно двух полюсов ниже 135 кОм;
- аварийный «земля в сети» – при снижении уровня изоляции ниже 20 кОм» [22].

«Устройства контроля изоляции и поиска «земли» не должны производить помехоэмиссию в распределительную сеть СОПТ сигналов, способных вызывать ложные срабатывания РЗА. Инжектируемый в сеть ток не должен превышать 1,8 мА, а входное сопротивление полюса устройства контроля изоляции относительно «земли» не должно превышать» [17] 10 кОм.

Контроль сопротивления изоляции, выполненный на основе «Т-

образной мостовой схемы с общей точкой» на базе низкоомных резисторов, не должен вызывать ложных сигналов в цепях релейной защиты в режиме контроля изоляции и поиска поврежденных присоединений.

Устройство контроля изоляции осуществляет измерение емкости сети оперативного постоянного тока и должно устойчиво работать при емкости сети до 200 мкФ.

Должно осуществляться обнаружение фидеров при многоточечных утечках тока на «землю».

Работа устройства не должна влиять на функционирование потребителей постоянного тока.

Датчики контроля изоляции должны быть оснащены функцией самодиагностики и световой сигнализацией состояния.

При перенасыщении магнитопровода датчика контроля изоляции самовосстановление должно происходить в течении 5 секунд с сохранением контроля изоляции фидеров в случае кратковременных бросков токов или наведении импульсных помех.

Должна быть выполнена помехозащищенность элементов системы от помех промышленной частоты и частот гармоник ЗПУ до 300 Гц. «Система поиска места повреждения изоляции, состоит из двух основных частей:

- стационарной для автоматического выявления секций шин или сборок ЩПТ, на присоединениях которых произошло снижение сопротивления изоляции относительно земли;
- переносной, в виде специализированного прибора для ручного поиска местоположения дефекта изоляции» [6].

«Устройство контроля изоляции передает в СУМ СОПТ по протоколам МЭК 61850 следующую информацию:

- сигнал «Напряжение изоляции снижено»;
- сигнал «Земля в сети»;
- измерения сопротивления изоляции полюсов относительно земли» [6].

Вывод по разделу.

В разделе предложено устройства РЗА выполнить на микропроцессорной базе РЗА с поддержкой протокола IEC-61850. В характеристиках МП терминалов заложена возможность информационного обмена между устройствами РЗА при помощи МЭК 61850 (MMS, GOOSE) на перспективу.

В рамках данного титула предусматривается использование МП терминалов с наличием дублированного подключения к сети Ethernet (АСУ ТП) по стандарту МЭК 61850 (MMS) только для передачи информации в систему ССПИ. Информационный обмен между терминалами РЗА по МЭК61850 (GOOSE) данным проектом не предусматривается.

В систему регистрации аварийных событий должны передаваться следующие параметры СОПТ: напряжение каждого из полюсов секции относительно «земли»; напряжение на шинах секций между полюсами; ток АБ.

## 4 Охрана труда

В соответствии с Приказом Минтруда России от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [9] «произведём оценку профессиональных рисков для рабочих мест. Идентификация опасностей проводится в соответствии с рекомендациями, утвержденными Приказом Минтруда России от 31.01.2022 № 36 «Об утверждении Рекомендаций по классификации, обнаружению, распознаванию и описанию опасностей» » [10].

«Перечень опасностей (классификатор) разрабатывается с учетом анализа лучших практик проведения оценки профессиональных рисков отечественных и зарубежных компаний» [10].

Перечень опасностей (классификатор) представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень опасностей [9]

| Опасность  | ID  | Опасное событие  |
|--|-----|--|
| 2. Неприменение СИЗ или применение поврежденных СИЗ, не сертифицированных СИЗ, не соответствующих размерам СИЗ, СИЗ, не соответствующих выявленным опасностям, составу или уровню воздействия вредных факторов | 2.1 | Травма или заболевание вследствие отсутствия защиты от вредных (травмирующих) факторов, от которых защищают СИЗ            |
| 3. Скользкие, обледенелые, зажиренные, мокрые опорные поверхности  | 3.1 | Падение при спотыкании или поскользывании, при передвижении по скользким поверхностям или мокрым полам                     |
| 3. Перепад высот, отсутствие ограждения на высоте свыше 5 м  | 3.2 | Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности   |
|  | 3.3 | Падение из-за отсутствия ограждения, из-за обрыва троса, в котлован, в шахту при подъеме или спуске при нештатной ситуации |
|  | 3.4 | Падение из-за внезапного появления на пути следования большого перепада высот  |
|  | 3.5 | Падение с транспортного средства   |
| 6. Обрушение наземных конструкций  | 6.1 | Травма в результате заваливания или раздавливания  |

Продолжение таблицы 1

| Опасность   | ID    | Опасное событие   |
|---|-------|---|
| 7. Транспортное средство, в том числе погрузчик                                       | 7.1   | Наезд транспорта на человека  |
|   | 7.2   | Травмирование в результате дорожно-транспортного происшествия   |
|   | 7.3   | Раздавливание человека, находящегося между двумя сближающимися транспортными средствами   |
|   | 7.4   | Опрокидывание транспортного средства при нарушении способов установки и строповки грузов  |
|   | 7.5   | Опрокидывание транспортного средства при проведении работ   |
| 8. Подвижные части машин и механизмов   | 8.1   | Удары, порезы, проколы, уколы, затягивания, наматывания, абразивные воздействия подвижными частями оборудования   |
| 13. Материал, жидкость или газ, имеющие высокую температуру                           | 13.1  | Ожог при контакте незащищенных частей тела с поверхностью предметов, имеющих высокую температуру  |
|   | 13.2  | Ожог от воздействия на незащищенные участки тела материалов, жидкостей или газов, имеющих высокую температуру   |
|   | 13.3  | Тепловой удар при длительном нахождении в помещении с высокой температурой воздуха  |
| 13. Поверхности, имеющие высокую температуру (воздействие конвективной теплоты)       | 13.8  | Тепловой удар от воздействия окружающих поверхностей оборудования, имеющих высокую температуру  |
|   | 13.9  | Ожог кожных покровов работника вследствие контакта с поверхностью имеющую высокую температуру   |
| 14. Охлажденная поверхность, охлажденная жидкость или газ                             | 14.1  | Заболевания вследствие переохлаждения организма, обморожение мягких тканей из-за контакта с поверхностью, имеющую низкую температуру, с охлажденной жидкостью или газом |
| 22. Груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту | 22.1. | Удар работника или падение на работника предмета, тяжелого инструмента или груза, упавшего при перемещении или подъеме  |

Продолжение таблицы 1

| Опасность  | ID   | Опасное событие   |
|--|------|---|
| 27. 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 |
|  | 27.4 | Воздействие электрической дуги  |
| 27. Шаговое напряжение   | 27.5 | Поражение электрическим током   |
| 27. Искры, возникающие вследствие накопления статического электричества, в том числе при работе во взрывопожароопасной среде   | 27.6 | Ожог, пожар или взрыв при искровом зажигании взрывопожароопасной среды        |
| 27. Наведенное напряжение в отключенной электрической цепи (электромагнитное воздействие параллельной воздушной электрической линии или электричества, циркулирующего в контактной сети) | 27.7 | Поражение электрическим током   |

«По результатам проведенной идентификации на каждом рабочем месте заполняется Анкета (таблица 2) в соответствии Приказом Минтруда России от 28.12.2021 № 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков» [10].

Таблица 2 – Анкета

| Рабочее место | Опасность | Опасное событие | Степень вероятности, A | Коэффициент, A | Тяжесть последствий, U | Коэффициент, U | Оценка риска, R | Значимость оценки риска |
|---------------|-----------|-----------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|-----------------|-------------------------|
| Электромонтер | 2         | 2.1             | 2                      | 2              | 3                      | 3              | 6               | Низкий                  |
|               | 3         | 3.1             | 4                      | 4              | 4                      | 4              | 16              | Средний                 |
|               |           | 3.2             | 4                      | 4              | 4                      | 4              | 16              | Средний                 |
|               |           | 3.3             | 3                      | 3              | 5                      | 5              | 15              | Средний                 |
|               | 13        | 13.1            | 3                      | 3              | 3                      | 3              | 9               | Средний                 |
|               |           | 13.3            | 3                      | 3              | 3                      | 3              | 9               | Средний                 |
|               |           | 13.9            | 3                      | 3              | 3                      | 3              | 9               | Средний                 |

Продолжение таблицы 2

| Рабочее место | Опасность | Опасное событие | Степень вероятности, А | Коэффициент, А | Тяжесть последствий, U | Коэффициент, U | Оценка риска, R | Значимость оценки риска |
|---------------|-----------|-----------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|-----------------|-------------------------|
| Электромонтер | 14        | 14.1            | 3                      | 3              | 3                      | 3              | 9               | Средний                 |
|               | 27        | 27.1            | 4                      | 4              | 5                      | 5              | 20              | Высокий                 |
|               |           | 27.2            | 3                      | 3              | 5                      | 5              | 15              | Средний                 |
|               |           | 27.3            | 3                      | 3              | 5                      | 5              | 15              | Средний                 |
|               |           | 27.4            | 3                      | 3              | 5                      | 5              | 15              | Средний                 |
|               |           | 27.5            | 3                      | 3              | 5                      | 5              | 15              | Средний                 |
|               | 27        | 27.6            | 2                      | 2              | 5                      | 5              | 10              | Средний                 |
| 27.7          |           | 3               | 3                      | 5              | 5                      | 15             | Средний         |                         |
| Монтажник     | 2         | 2.1             | 3                      | 3              | 3                      | 3              | 9               | Средний                 |
|               | 3         | 3.1             | 4                      | 4              | 3                      | 3              | 12              | Средний                 |
|               |           | 3.4             | 4                      | 4              | 2                      | 2              | 8               | Низкий                  |
|               | 7         | 7.1             | 3                      | 3              | 4                      | 4              | 12              | Средний                 |
|               | 22        | 22.1            | 3                      | 3              | 4                      | 4              | 12              | Средний                 |
|               | 23        | 23.1            | 4                      | 4              | 3                      | 3              | 12              | Средний                 |
| Водитель      | 3         | 3.1             | 3                      | 3              | 3                      | 3              | 9               | Средний                 |
|               |           | 3.5             | 4                      | 4              | 3                      | 3              | 12              | Средний                 |
|               | 7         | 7.2             | 4                      | 4              | 4                      | 4              | 16              | Средний                 |

Оценка вероятности воздействия опасностей представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Оценка вероятности воздействия опасностей

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

Продолжение таблицы 3

| Степень вероятности |                 | Характеристика   | Коэффициент, А |
|---------------------|-----------------|--|----------------|
| 5                   | Весьма вероятно | Обязательно произойдет.<br>Практически несомненно.<br>Регулярно наблюдаемое событие. | 5              |

Оценка степени тяжести последствий представлена в таблице 4.

Таблица 4 – 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).<br>Несчастный случай на производстве со смертельным исходом.<br>Авария.<br>Пожар. | 5              |
| 4                   | Крупная          | Тяжелый несчастный случай на производстве (временная нетрудоспособность более 60 дней).<br>Профессиональное заболевание.<br>Инцидент.                                 | 4              |
| 3                   | Значительная     | Серьезная травма, болезнь и расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности продолжительностью до 60 дней.<br>Инцидент.                                    | 3              |
| 2                   | Незначительная   | Незначительная травма – микротравма (легкие повреждения, ушибы), оказана первая медицинская помощь.<br>Инцидент.<br>Быстро потушенное загорание.                      | 2              |
| 1                   | Приемлемая       | Без травмы или заболевания.<br>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)» [10].

Меры управления рисками представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Меры управления рисками

| Опасность  | Выполняемая работа            | Источник опасности                | Меры управления риском   |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|--|
| «Контакт с частями электрооборудования, находящимися под напряжением» [10] | Работы с электрооборудованием | Напряжение на электрооборудовании | «Размещение на токоведущих частях электрооборудования защитных ограждений и знаков безопасности с предупреждением об опасности» [14] |

Вывод по разделу.

В разделе разработаны мероприятия, направленные на снижение риска воздействия электрического тока на рабочих местах.

## 5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Проведём оценку антропогенной нагрузки организации, технологического процесса на окружающую среду (таблица 6).

Таблица 6 – Антропогенная нагрузка на окружающую среду

| Наименование объекта         | Подразделение               | Воздействие на атмосферный воздух | Воздействие на водные объекты | Отходы                         |
|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| ПАО «Передвижная энергетика» | Трансформаторная подстанция | Газообразные                      | Ливневые стоки                | Производственные, коммунальные |
| Количество в год             |                             | 0,50 т.                           | -                             | 105,355 т.                     |

ПАО «Передвижная энергетика» в месте проведения основной деятельности воздействует на окружающую среду при образовании отходов. Результаты анализа технологии на производстве представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты соответствия технологий на производстве [12]

| Структурное подразделение |                             | Наименование технологии | Соответствие наилучшей доступной технологии |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|---|
| номер                     | наименование                |                         |   |
| 1                         | Трансформаторная подстанция | Обращение с отходами    | Нет   |

Перечень загрязняющих веществ, включенных в план-график контроля стационарных источников выбросов представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень загрязняющих веществ

| Наименование загрязняющего вещества |
|-------------------------------------|
| Марганец и его соединения           |
| Фториды газообразные                |

Результаты производственного экологического контроля представлены в таблицах 9-11.

Таблица 9 – Результаты контроля стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

| Номер источника | Структурное подразделение (площадка, цех или другое) |              | Источник |                          | Наименование загрязняющего вещества | Предельно допустимый выброс или временно согласованный выброс, г/с | Фактический выброс, г/с | Превышение предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса в раз (гр. 8/гр. 7) | Дата отбора проб | Общее количество случаев превышения предельно допустимого выброса или временно согласованного выброса | Примечание |
|-----------------|--|--------------|----------|--------------------------|-------------------------------------|--|-------------------------|--|------------------|---|------------|
|                 | номер  | наименование | номер    | наименование             |                                     |  |                         |  |                  |   |            |
| 1               | 2  | 3            | 4        | 5                        | 6                                   | 7  | 8                       | 9  | 10               | 11  | 12         |
| 1               | 1  | КРЭУ         | 001      | Электросварочный агрегат | Марганец и его соединения           | 0,000372   | 0,000372                | -  | 2022-05-15       | -   | -          |
|                 |  |              |          |                          | Фториды газообразные                | 0,000082   | 0.000082                | -  | 2022-05-15       | -   | -          |

Таблица 10 – 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          |
| Очистные сооружения отсутствуют |                          |   |   |   |             |  |                                  |   |  |             |                                      |             |

Таблица 11 – 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        | 2   | 3   | 4                       | 5                                    | 6          | 7                        | 8  | 9                           | 10                        |
| 1        | «Отходы изоляции проводов и кабелей при их разделке зачистке» [11]  | 7 41 272 11 40 4  | 4                       | 0                                    | 0          | 1,2                      | 0  | 1,2                         | 0                         |
| 2        | Лом и отходы, содержащие несортированные цветные металлы, в виде изделий, кусков с преимущественным содержанием алюминия и меди | 462 011 11 20 3   | 3                       | 0                                    | 0          | 4,7                      | 0  | 4,7                         | 0                         |
| 3        | Отходы бумаги и картона   | 4 05 122 02 60 5  | 5                       | 0                                    | 0          | 0,3                      | 0  | 0,3                         | 0,3                       |
| 4        | «Мусор от офисных бытовых помещений организаций несортированный» [11]   | 7 33 100 01 72 4  | 4                       | 0                                    | 0          | 1,2                      | 0  | 1,2                         | 0                         |

Продолжение таблицы 11

| № строки | 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              |
| 1        | 1,2   | 0             | 0              | 0                  | 0            | 1,2             |
| 2        | 4,7   | 0             | 0              | 0                  | 0            | 4,7             |
| 3        | 0,3   | 0             | 0              | 0,3                | 0            | 0               |
| 4        | 1,2   | 0             | 0              | 0                  | 0            | 1,2             |

Продолжение таблицы 11

| № строки | 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         |
| 1        | 1,2   | 0  | 0                              | 0                         | 1,2                          | 0                                   | 0          |
| 2        | 4,7   | 0  | 0                              | 0                         | 4,7                          | 0                                   | 0          |
| 3        | 0,3   | 0  | 0                              | 0                         | 0,3                          | 0                                   | 0          |
| 4        | 1,2   | 0  | 0                              | 0                         | 4,2                          | 0                                   | 0          |

«При соблюдении объемов предельного количества единовременного накопления отходов, а также соответствующей организации мест их временного хранения, своевременном вывозе отходов в места постоянного размещения, воздействие отходов на окружающую среду будет минимальным» [12].

«Минимизация образования отходов может достигаться по двум основным направлениям: сокращение количества отходов и уменьшение связанной с ними опасности» [12].

Для снижения негативного воздействия отходов производства на окружающую среду следует предусмотреть их оптимальную организацию селективного накопления. На предприятии организован селективный сбор отходов в зависимости от их состава и физико-химических свойств. На предприятии имеются места (площадки) накопления (временного складирования) отходов открытого и закрытого типа, оборудованные в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.3684-21.

Вывод по разделу.

В разделе было установлено, что на предприятии организован селективный сбор отходов в зависимости от их состава и физико-химических свойств. На предприятии имеются места (площадки) накопления (временного складирования) отходов открытого и закрытого типа.

Для снижения негативного воздействия отходов производства на окружающую среду следует предусмотреть их оптимальную организацию селективного накопления.

## **6 Защита в чрезвычайных и аварийных ситуациях**

Отметим, что на декларируемом объекте нет химических отравляющих веществ, а зоны поражения максимальных аварий на декларируемом объекте не достигают жилой застройки города.

Таким образом, возможные аварии на декларируемом объекте существенно не повлияют на жизнедеятельность населения.

Воздействию поражающих факторов при авариях на декларируемом объекте могут подвергнуться сторонние люди, случайно оказавшиеся вблизи декларируемого объекта момент аварии.

Оповещение населения в районе аварии может быть произведено через средства массовой информации или через местную администрацию [3].

В случае возможной аварии на декларируемом объекте населению необходимо:

- не подходить к месту возможной аварии ближе 100 м;
- при возможности удалить других людей, детей из данной зоны. При этом держаться с наветренной стороны, избегать низких мест;
- соблюдать требования пожарной безопасности, не курить;
- пострадавшим оказать первую помощь.

В случае аварии на объекте, лицо, ответственное за информацию, будет предоставлять ее общественности.

Обеспечение безопасности и антитеррористической защищенности объекта осуществляется путем:

- определения угроз совершения актов незаконного вмешательства и предупреждения таких угроз;
- категорирования объекта;
- разработки и реализации мер по созданию системы физической защиты.

Система физической защиты объекта включает в себя инженерно-технические средства охраны [4].

«Организационные, административные и правовые мероприятия по обеспечению безопасности и антитеррористической защищенности объекта включают в себя комплекс мер, осуществляемых персоналом физической защиты, а также совокупность регламентирующих эти меры организационнораспорядительных документов» [4].

Предусматривается оснащение объекта комплексом ИТСО для обеспечения надежной защиты объекта от преступных посягательств.

Технические принимаются с учетом:

- способа охраны объекта;
- обеспечения диверсионной устойчивости объекта от внешнего нарушителя.

Назначение комплекса ИТСО:

- создание физических препятствий на пути движения нарушителя, затрудняющих его перемещение и обеспечивающих задержку на время, необходимое для развертывания действий сил охраны по его задержанию;
- своевременное обнаружение попыток несанкционированного проникновения на территорию объекта;
- контроль состояния, прием, регистрация и документирование сигналов от датчиков и систем обнаружения;
- формирование архива событий, регистрируемых средствами системы;
- создание условий, обеспечивающих максимальную эффективность действий сил охраны.

В состав комплекса ИТСО входят:

- инженерные средства охраны (ИСО);
- система контроля и управления доступом (СКУД);
- система охранной сигнализации (ОС), состоящая из 2-х рубежей охраны: первый рубеж – охранная сигнализация периметра, второй рубеж – охранная сигнализация зданий и помещений Иркинской

ГТЭС;

– система охранного телевидения (СОТ).

Большинство функций комплекса ИТСО определяются возможностями аппаратуры СОТ, ОС и СКУД.

Реализация требуемых функций может быть осуществлена только на базе современных автоматизированных технических средств и информационно-управляющих систем.

Технические средства охраны (ТСО) объединяются в единый аппаратно-программный комплекс. Объединение систем производится на основе единого сервера систем безопасности и специализированного программного обеспечения.

Все системы, объединяемые в комплекс ТСО, могут автономно работать с сохранением информации о событиях в системе в случае отказа оборудования локальной вычислительной сети (ЛВС), АРМ или при обрыве линии связи. При восстановлении сетевой структуры информация передается на сервер для регистрации в базе данных.

Управление интегрированной системой безопасности предусматривается с АРМ системы охранного телевидения (СОТ) и охранной сигнализации (ОС), устанавливаемых в помещении охраны здания ИБК № 1.

Предусматривается интеграция ИТСО в общую структуру системы безопасности путем подключения к ЛВС и далее передачи информации на узел связи ОБП по цифровой системе передачи информации (ЦСПИ).

Задачей системы охранной сигнализации является своевременное оповещение сотрудников службы безопасности о факте несанкционированного проникновения в «охраняемые здания и помещения, подачи тревожных сигналов в помещение с круглосуточным дежурством.

Системой охранной сигнализации оборудуются здания без постоянно присутствия персонала, а также помещения с ограниченным доступом» [4].

Система охранной сигнализации объекта обеспечивает контроль состояния дверей и ворот, управляет доступом в помещения.

Пульт контроля и управления охраннопожарной системы ОС устанавливается в помещении технических средств охраны в здании ИБК № 1. Пульт опрашивает по линии интерфейса RS-485 подключенные к нему устройства системы, осуществляет управление всеми устройствами системы, обеспечивая их взаимодействие между собой, осуществляет индикацию тревог и событий, осуществляет постановку и снятие с охраны.

Автоматизированная СКУД предназначена для контроля и обеспечения санкционированного доступа персонала предприятия, посетителей и командированных на территорию объекта в соответствии с установленной на объекте режимно-правовой средой.

СКУД обеспечивается выполнение следующих функциональных требований:

- разграниченный доступ в помещения сотрудникам различной служебной иерархии;
- управление доступом от ключей;
- централизованное и распределенное хранение ключей доступа;
- функции контроля повторного прохода;
- «ручное и автоматическое аварийное открывание устройств для прохода при аварийных ситуациях, пожаре, технических неисправностях в соответствии с установленным режимом и правилами противопожарной безопасности» [4].

Инженерно-технические средства защиты предприятия обеспечивают круглогодичную защищенность объекта от:

- актов незаконного вмешательства;
- разрушения, взлома строительных защитных конструкций;
- вскрытия запирающих устройств.

Инженерно-технические средства защиты объекта предназначены:

- для создания физических преград несанкционированным действиям в отношении объекта;
- для создания препятствий на пути движения нарушителя с целью

затруднения (задержки) его продвижения к уязвимым местам, критическим элементам и на пути отхода на время, достаточное для силового или технологического реагирования, с целью минимизации возможного ущерба;

- «для обеспечения прохода в охраняемые зоны только в установленных точках (пунктах) доступа;
- для обозначения границ охраняемых зон и предупреждения об ответственности за нарушение права собственности» [4].

«Инженерными заграждениями являются средства и сооружения, установленные на подступах к жизненно важным сооружениям объекта с целью затруднить движение нарушителя и создать условия для его нейтрализации» [4].

Инженерные заграждения представляют собой физические барьеры специальной конструкции, расположенные на поверхности или заглубленные в грунт, оборудованные в оконном и дверном проемах, вентиляционном или другом отверстии, на крыше или внешней стене охраняемого сооружения.

Производственные мощности и уличные площадки оборудованы системой видеонаблюдения, системой пожарной сигнализации, системой контроля и управления доступом.

Сигнал тревоги поступает к дежурному оператору, который анализирует его и направляет в аварийные службы или в правоохранительные органы.

На территории объекта предусмотрена система охранного освещения, предназначенная для создания требуемого уровня освещенности в темное время суток и при недостаточной освещенности днем.

Охранное освещение выполняется светодиодными светильниками, установленными на кронштейнах по периметру территории.

Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности должны соответствовать требованиям № 123-ФЗ.

Для Объекта защиты до ввода в эксплуатацию должны разработаны планы эвакуации и план тушения пожара, организационные и

организационнотехнические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Помещения Объекта защиты оборудованы (что соответствует п. 70 ППР) первичными средствами пожаротушения.

При возникновении опасности, в случае необходимости, находящийся на объекте персонал подлежит эвакуации на территорию, подготовленную для размещения эвакуируемых.

Эвакуация людей в безопасное место, в случае возникновения угрозы поражения при аварийных ситуациях, может быть осуществлена по проектируемым проездам с территории объекта и далее по автодороге до объекта исследования.

В случае возникновения опасности крупных пожаров и взрывов на пожароопасных объектах вывод персонала предприятия, незанятого в ликвидации аварии, осуществляется в направлении, указанном диспетчером или самостоятельно (от очага пожара).

При эвакуации следует держаться как можно дальше от крупных сооружений и зданий.

Сооружения на предприятии размещены с «учетом обеспечения нормального въезда на ее территорию машин, подъемно-транспортных механизмов и другой специальной техники для выполнения монтажно-ремонтных работ, а также ввода и действий сил с целью проведения спасательных и других неотложных работ в случае возникновения чрезвычайных ситуаций» [4].

Для обеспечения противопожарного обслуживания и хозяйственных автоперевозок для проектируемого объекта имеются существующие автомобильные подъезды.

Оповещение о возможном возникновении ЧС или при ее возникновении производится в соответствии с составленной и утвержденной в установленном порядке «Схемой оповещения».

Диспетчер, получив информацию о происшедшей аварии производит

оповещение.

Оповещение производится по имеющимся средствам связи рабочих и служащих и предприятий в радиусе 2,5 км зоны.

Перед оповещением для привлечения внимания к информации включают электросирены.

Паспорт безопасности представлен в приложении А.

Вывод по разделу.

В работе определено, что инженерно-технические средства защиты предприятия обеспечивают круглогодичную защищенность объекта от актов незаконного вмешательства путем разрушения, взлома строительных защитных конструкций, вскрытия запирающих устройств.

В случае возникновения опасности крупных пожаров и взрывов на пожароопасных объектах вывод персонала предприятия, незанятого в ликвидации аварии, осуществляется в направлении, указанном диспетчером или самостоятельно (от очага пожара).

## 7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В работе предложено устройства РЗА выполнить на микропроцессорной базе РЗА с поддержкой протокола IEC-61850. В характеристиках МП терминалов заложена возможность информационного обмена между устройствами РЗА при помощи МЭК 61850 (MMS, GOOSE) на перспективу. В рамках данного титула предусматривается использование МП терминалов с наличием дублированного подключения к сети Ethernet (АСУ ТП) по стандарту МЭК 61850 (MMS) только для передачи информации в систему ССПИ.

План реализации данных мероприятий представлены в таблице 12.

Таблица 12 – План реализации мероприятий по снижению травматизма

| Мероприятие  | Цель                                    | Исполнитель     | Дата     | Стоимость, руб. | Источник финансирования |
|--|---|-----------------|----------|-----------------|-------------------------|
| Проектирование релейной защиты и автоматики на объекте   | Снижение аварий на электро-оборудовании | Главный инженер | 2025 год | 70000           | Бюджет организации      |
| Компоновка АРМ и АСУ ТП                                  |   | Главный инженер | 2025 год | 2000000         | Бюджет организации      |
| Монтаж и наладка релейной защиты и автоматики на объекте |   | Главный инженер | 2025 год | 500000          | Бюджет организации      |

«Устройство контроля изоляции обеспечивает в автоматическом режиме контроль и измерение сопротивления изоляции полюсов сети СОПТ относительно «земли» и формировать сигналы о снижении сопротивления изоляции ниже допустимых пределов: предупредительный «напряжение изоляции снижено» – при снижении уровня изоляции одного или одновременно двух полюсов ниже 135 кОм; аварийный «земля в сети» – при снижении уровня изоляции ниже 20 кОм» [5].

В систему регистрации аварийных событий должны передаваться следующие параметры СОПТ:

- напряжение каждого из полюсов секции относительно «земли»;
- напряжение на шинах секций между полюсами; ток АБ.

Данные для расчёта ущерба от аварий приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Данные для расчёта ущерба от аварий

| Данные   | Показатели |
|--|------------|
| Стоимость замещения или воспроизводства <i>i</i> -го вида уничтоженных основных фондов, руб.                     | 100000     |
| Стоимость материальных ценностей <i>i</i> -го вида, годных для дальнейшего использования, руб.                   | 100000     |
| Утилизационная стоимость <i>i</i> -го вида уничтоженных основных фондов, руб.                                    | 50000      |
| Стоимость ремонта <i>i</i> -го вида поврежденных основных фондов, руб.   | 5000       |
| Ущерб, причиненный <i>i</i> -му виду продукции, изготавливаемой предприятием, руб.                               | 3700000    |
| Ущерб, причиненный <i>j</i> -му виду продукции, приобретенной предприятием, а также сырью и полуфабрикатам, руб. | 2000000    |
| Заработная плата сотрудников предприятия, руб/день   | 5000       |
| Доля сотрудников, не использованных на работе  | 25         |
| Условно-постоянные расходы, руб/день   | 2000       |
| Продолжительность простоя объекта, дни   | 15         |
| Объем <i>i</i> -го вида продукции, недопроизведенный из-за аварии  | 5645,86    |
| Средняя оптовая стоимость единицы <i>i</i> -го недопроизведенного продукта на дату аварии, руб.                  | 2000       |
| Средняя себестоимость единицы <i>i</i> -го недопроизведенного продукта на дату аварии, руб.                      | 18000      |
| Ущерб от засорения или повреждения территории обломками, осколками, зданий, сооружений, оборудования, руб.       | 200000     |
| Расходы, связанные с локализацией и ликвидацией последствий аварии, руб.   | 3000000    |
| Расходы на расследование аварии, руб.  | 200000     |

Ущерб от аварий на опасных производственных объектах рассчитывается по формуле 2:

$$P_a = P_{n.n.} + P_{сэ} + P_{н.в.} + P_{экол} + P_{л.а.} + P_{в.т.р.}, \quad (2)$$

где  $P_a$  – «полный ущерб от аварий, руб.»;

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

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

$P_{н.в.}$  – косвенный ущерб, руб.;

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

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

$P_{в.т.р.}$  – потери от выбытия трудовых ресурсов в результате гибели людей или потери ими трудоспособности, руб.» [21].

Прямые потери от аварий рассчитываются по формуле 3:

$$P_{н.п.} = P_{о.ф.} + P_{т.м.ц.}, \quad (3)$$

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

$P_{т.м.ц.}$  – потери предприятия в результате уничтожения или повреждения товарно-материальных ценностей, руб.» [21].

$$P_{н.п.} = 200000 + 110000000 = 110200000 \text{ руб.}$$

Потери предприятия от уничтожения или повреждения аварией его основных фондов рассчитываются по формуле 4:

$$P_{о.ф.} = P_{о.ф.у.} + P_{о.ф.п.}, \quad (4)$$

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

$P_{о.ф.п.}$  – потери предприятия в результате повреждения основных фондов, руб.» [21].

$$P_{о.ф.} = 150000 + 50000 = 200000 \text{ руб.}$$

Потери предприятия в результате уничтожения основных фондов рассчитываются по формуле 5:

$$П_{o.ф.у.} = \sum_{i=1}^n (S_{oi} - (S_{mi} - S_{yi})), \quad (5)$$

где  $n$  – «число видов уничтоженных основных фондов;

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

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

$S_{yi}$  – утилизационная стоимость  $i$ -го вида уничтоженных основных фондов, руб.» [21].

$$П_{o.ф.у.} = (100000 - (100000 - 50000)) = 150000 \text{ руб.}$$

Потери предприятия в результате повреждения основных фондов рассчитываются по формуле 6:

$$П_{o.ф.п.} = \sum_{i=1}^n S_{pi}, \quad (6)$$

где  $n$  – «число видов поврежденных основных фондов;

$S_{pi}$  – стоимость ремонта  $i$ -го вида поврежденных основных фондов, руб.» [21].

$$П_{o.ф.п.} = 50000 \text{ руб.}$$

Потери предприятия в результате уничтожения или повреждения аварией товарно-материальных ценностей рассчитываются по формуле 7:

$$П_{m.m.ц.} = \sum_{i=1}^n П_{mi} + \sum_{j=1}^m П_{cj}, \quad (7)$$

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

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

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

$P_{cj}$  – ущерб, причиненный  $j$ -му виду продукции, приобретенной предприятием, а также сырью и полуфабрикатам, руб.» [21].

$$P_{T.M.C.} = 3700000 + 2000000 = 5700000 \text{ руб.}$$

Социально-экономические потери отсутствуют:

$$P_{cэ} = 0$$

Косвенный ущерб, вследствие аварий рассчитывается по формуле 8:

$$P_{н.в.} = P_{н.п.} + P_{з.п.} + P_{ш} + P_{н.п.т.л.}, \quad (8)$$

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

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

$P_{ш}$  – убытки, вызванные уплатой различных неустоек, штрафов, пени, руб.;

$P_{н.п.т.л.}$  – убытки третьих лиц из-за недополученной ими прибыли, руб.» [21].

$$P_{н.в.} = 11291720 + 1905000 + 30000000 + 500000 = 43696720 \text{ руб.}$$

Зарплата и условно-постоянные расходы предприятия за время простоя рассчитываются по формуле 9:

$$P_{з.п.} = (V_{з.п.} \cdot A + V_{уп}) \cdot T_{пр}, \quad (9)$$

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

$A$  – доля сотрудников, не использованных на работе;

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

$T_{пр}$  – продолжительность простоя объекта, дни» [21].

$$P_{з.п.} = (5000 \cdot 25 + 2000) \cdot 15 = 1905000 \text{ руб.}$$

Недополученная прибыль в результате простоя рассчитывается по формуле 10:

$$P_{н.п.} = \sum_{i=0}^n \Delta Q_i \cdot (S_i - B_i), \quad (10)$$

где  $n$  – «количество видов недопроизведенного продукта (услуги);

$\Delta Q_i$  – объем  $i$ -го вида продукции, недопроизведенный из-за аварии;

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

$B_i$  – средняя себестоимость единицы  $i$ -го недопроизведенного продукта на дату аварии» [21].

$$P_{н.п.} = 5645,86 \cdot (20000 - 18000) = 11291720 \text{ руб.}$$

Экологический ущерб определяется по формуле 11:

$$P_{экол} = \mathcal{E}_o \cdot P_{экол}, \quad (11)$$

где  $\mathcal{E}_o$  – «ущерб от засорения или повреждения территории обломками, осколками, зданий, сооружений, оборудования, руб.» [20].

$$P_{экол} = 200000 \text{ руб.}$$

Затраты на локализацию или ликвидацию и расследование аварии рассчитывается по формуле 12:

$$P_{л.а.} = P_{л.} + P_{р.}, \quad (12)$$

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

$P_{р.}$  – расходы на расследование аварии, руб.» [21].

$$P_{л.а.} = 3000000 + 200000 = 3200000 \text{ руб.}$$

$$\begin{aligned} P_a &= 110200000 + 0 + 43696720 + 200000 + 3200000 + 0 \\ &= 157296720 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Годовой экономический эффект определим по формуле 13:

$$\mathcal{E} = \Pi - \mathcal{Z}, \quad (13)$$

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

$\Pi$  – ущерб от аварий на опасных производственных объектах, руб.» [21].

$$\mathcal{E} = 157296720 - 25700000 = 131596720 \text{ руб.}$$

Приведенные затраты на проведение мероприятий рассчитываются по формуле 14:

$$\mathcal{Z} = C + E_n \cdot K, \quad (14)$$

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

$E_n$  – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений;

$K$  – инвестиции на реализацию мероприятий по обеспечению промышленной безопасности, руб.» [21].

$$Z = 200000 + 0,16 \cdot 25700000 = 4312000 \text{ руб.}$$

Общая (абсолютная) экономическая эффективность приведенных затрат рассчитывается по формуле 15:

$$\mathcal{E}_3 = \frac{\mathcal{E}}{Z}. \quad (15)$$

$$\mathcal{E}_3 = \frac{131596720}{4312000} = 30,52$$

Общая (абсолютная) экономическая эффективность инвестиций на реализацию мероприятий по обеспечению противоаварийной безопасности рассчитывается по формуле 16:

$$\mathcal{E}_k = \frac{(\mathcal{E} - C)}{K} = \frac{(131596720 - 200000)}{2570000} = 51,1 \quad (16)$$

Срок окупаемости затрат на проведение мероприятий рассчитывается по формуле 17:

$$T_{ед} = \frac{Z}{\mathcal{E}}, \quad (17)$$

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

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

Э – годовой экономический эффект от проведения мероприятий по обеспечению промышленной безопасности, руб.» [21].

$$T_{ед} = \frac{2570000}{131596720} = 0,02 \text{ лет}$$

Вывод по разделу.

В разделе выполнен расчет эффективности предложенной системы релейной защиты и автоматики на объектах ПАО «Передвижная энергетика» на окружающую среду с автоматизированного рабочего места (АРМ).

При затратах на совершенствование системы защита от опасностей при чрезвычайных ситуациях путём монтажа и наладки релейной защиты и автоматики на объектах ПАО «Передвижная энергетика» в 2570000 руб. снижается риск аварии, последствия которой оцениваются в 157296720 руб., соответственно предлагаемая система защиты экономически эффективна.

## Заключение

В первом разделе в качестве объекта исследования выбрана подстанция ПС 110/6 кВ предназначена для трансформации, передачи и распределения электрической энергии.

Аварийными ситуациями на подстанции являются повреждения силовых кабелей и потеря питания собственных нужд 0,4 кВ.

Во втором разделе установлено, что на объекте предусматривается локальная сигнализации всех неисправностей ЩПТ и выдача в схему центральной сигнализации обобщенных сигналов неисправности и срабатывания.

Для предотвращения развития аварийных ситуаций, связанных с повреждениями силовых кабелей проектом предусматривается:

- отдельная прокладка взаиморезервируемых силовых кабелей и кабелей разного класса напряжения;
- применение кабелей с изоляцией, не распространяющей горение (нг-LS, нг- FRLS);
- применение огнезащитной терморасширяемой пасты на основе воднополимерной дисперсии с функциональными минеральными и органическими наполнителями, для защиты кабелей.

В третьем разделе предложено устройства РЗА выполнить на микропроцессорной базе РЗА с поддержкой протокола IEC-61850. В характеристиках МП терминалов заложена возможность информационного обмена между устройствами РЗА при помощи МЭК 61850 (MMS, GOOSE) на перспективу. В рамках данного титула предусматривается использование МП терминалов с наличием дублированного подключения к сети Ethernet (АСУ ТП) по стандарту МЭК 61850 (MMS) только для передачи информации в систему ССПИ. Информационный обмен между терминалами РЗА по МЭК61850 (GOOSE) данным проектом не предусматривается.

В систему регистрации аварийных событий должны передаваться

следующие параметры СОПТ: напряжение каждого из полюсов секции относительно «земли»; напряжение на шинах секций между полюсами; ток АБ.

В четвёртом разделе разработаны мероприятия, направленные на снижение риска воздействия электрического тока на рабочих местах.

В пятом разделе было установлено, что на предприятии организован селективный сбор отходов в зависимости от их состава и физико-химических свойств. На предприятии имеются места (площадки) накопления (временного складирования) отходов открытого и закрытого типа. Для снижения негативного воздействия отходов производства на окружающую среду следует предусмотреть их оптимальную организацию селективного накопления.

В шестом разделе определено, что инженерно-технические средства защиты предприятия обеспечивают круглогодичную защищенность объекта от актов незаконного вмешательства путем разрушения, взлома строительных защитных конструкций, вскрытия запирающих устройств. В случае возникновения опасности крупных пожаров и взрывов на пожароопасных объектах вывод персонала предприятия, незанятого в ликвидации аварии, осуществляется в направлении, указанном диспетчером или самостоятельно (от очага пожара). В седьмом разделе выполнен расчет эффективности предложенной системы релейной защиты и автоматики на объектах ПАО «Передвижная энергетика» на окружающую среду с автоматизированного рабочего места (АРМ).

При затратах на совершенствование системы защита от опасностей при чрезвычайных ситуациях путём монтажа и наладки релейной защиты и автоматики на объектах ПАО «Передвижная энергетика» в 2570000 руб. снижается риск аварии, последствия которой оцениваются в 157296720 руб., соответственно предлагаемая система защиты экономически эффективна.

## Список используемых источников

1. Генеральные планы промышленных предприятий [Электронный ресурс] : СП 18.13330.2011. URL: <https://edu.mos-gaz.ru/upload/dynamic/2022-03/24/18133302019-543d7f77.PDF> (дата обращения: 27.07.2024).
2. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ [Электронный ресурс] : СТО 56947007-29.240.10.248-2017. URL: [https://cius-ees.ru/uploaded/document\\_files/222/NTP%20PS.pdf](https://cius-ees.ru/uploaded/document_files/222/NTP%20PS.pdf) (дата обращения: 27.07.2024).
3. О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794. URL: <https://base.garant.ru/186620/?ysclid=ld8lsnhwip819330648> (дата обращения: 27.08.2024).
4. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ. URL: <https://sudrf.cntd.ru/document/9009935> (дата обращения: 27.08.2024).
5. О специальной оценке условий труда [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_156555/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/) (дата обращения: 06.09.2024).
6. Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 18.12.2020 № 2168. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202012240043> (дата обращения: 08.09.2024).
7. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ. URL:

<https://docs.cntd.ru/document/901808297> (дата обращения: 27.09.2024).

8. Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению [Электронный ресурс]: Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21.11.2023 № 817н. URL:

<https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=461108&ysclid=m1s1q9b66z503366925> (дата обращения: 08.09.2024).

9. 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=1d8jp94kat939272210> (дата обращения: 27.09.2024).

10. 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=1d8jqdwc8100411018> (дата обращения: 05.08.2024).

11. 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: 27.08.2024).

12. Об утверждении формы отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля [Электронный ресурс] : Приказ Минприроды России от 15.03.2024 № 173. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=472325> (дата обращения: 05.09.2024).

13. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха [Электронный ресурс] : СП 60.13330.2020. URL:

<https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/120025/> (дата обращения: 27.07.2024).

14. 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: 26.07.2024).

15. Сети и системы связи на подстанциях», описывающий форматы потоков данных, виды информации [Электронный ресурс] : МЭК 61850. URL: [https://www.rosseti.ru/upload/iblock/d1c/xp3uhk4fqbwckdeon4b7yaf4t6coi531/%D0%A1%D0%A2%D0%9E\\_56947007-25.040.30.309-2020%D0%B8%D0%B7%D0%BC1.pdf](https://www.rosseti.ru/upload/iblock/d1c/xp3uhk4fqbwckdeon4b7yaf4t6coi531/%D0%A1%D0%A2%D0%9E_56947007-25.040.30.309-2020%D0%B8%D0%B7%D0%BC1.pdf) (дата обращения: 27.07.2024).

16. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара [Электронный ресурс] : СП 4.13130.2013. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения: 02.09.2024).

17. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200000277> (дата обращения: 26.07.2024).

18. Тепловая защита зданий [Электронный ресурс] : СП 50.13330.2012. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095525?ysclid=mlwpgmldcc729519805> (дата обращения: 27.07.2024).

19. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=444219> (дата обращения: 15.07.2024).

20. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 27.09.2024).

21. 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.

22. Электробезопасность [Электронный ресурс]. URL: <https://kconbabaevo.gov35.ru/about/personnel/okhrana-truda/elektrobezopasnost.php?ysclid=m4av54nj9575019428> (дата обращения: 15.07.2024).

Приложение А  
Паспорт безопасности

ПАСПОРТ БЕЗОПАСНОСТИ

\_\_\_\_\_ филиал ПЭС «Уренгой» \_\_\_\_\_  
(наименование объекта (территории))

\_\_\_\_\_ город Новый Уренгой \_\_\_\_\_  
(наименование населенного пункта)

2024 г.

I. Общие сведения об объекте (территории)

ПАО «Передвижная энергетика»

(наименование органа (организации), в ведении которого находится объект (территория), адрес, телефон, факс, адрес электронной почты)

629300, Тюменская область, г. Новый Уренгой, ул. Промысловая, 16

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

Производство электроэнергии тепловыми электростанциями

(основной вид деятельности органа (организации), в ведении которого находится объект (территория))

Третья категория

(категория объекта (территории))

20000 м<sup>2</sup>

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

-

(сведения о государственной регистрации права на объект недвижимого имущества)

Ширяев Дмитрий Анатольевич

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

-

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

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

1. Режим работы объекта (территории)

ежедневно с 08:00 до 22:00

(продолжительность, начало и окончание рабочего дня)

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

3. Среднее количество находящихся на объекте (территории) в течение рабочего дня работников (сотрудников) объекта (территории), работников (сотрудников), осуществляющих охрану объекта (территории), арендаторов и иных лиц, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории), 250. (человек)

4. Среднее количество находящихся на объекте (территории) в нерабочее время, ночью, в выходные и праздничные дни работников (сотрудников) объекта (территории), работников (сотрудников), осуществляющих охрану объекта (территории), арендаторов и иных лиц, осуществляющих безвозмездное пользование имуществом, находящимся на объекте (территории), 25. (человек)

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

*Арендаторы отсутствуют*

---

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

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

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

| № п/п | Наименование         | Количество человек, находящихся на участке, человек | Общая площадь, кв. метров | Характер террористической угрозы | Характер возможных последствий             |
|-------|----------------------|---|---------------------------|----------------------------------|--|
| 1     | Здание подстанции ПС | 10  | 680                       | Подрыв взрывного устройства      | Взрыв, пожар, повреждение электроснабжения |

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

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

| № п/п | Наименование | Количество человек, находящихся на участке, человек | Общая площадь, кв. метров | Характер террористической угрозы                      | Характер возможных последствий  |
|-------|--------------|---|---------------------------|---|---------------------------------|
| 1     | КРЭУ         | 2   | 1520                      | Подрыв критических элементов Системы электроснабжения | Уничтожение электрооборудования |

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

#### *Периметр территории*

---

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

#### *Взрывные устройства*

---

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

1. Предполагаемые модели действий нарушителей

#### *Диверсия*

---

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

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

*1520 м<sup>2</sup>*

---

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

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

| № п/п | Возможные людские потери, человек | Возможные нарушения инфраструктуры                                | Возможный экономический ущерб, рублей |
|-------|-----------------------------------|---|---------------------------------------|
| 1     | 10                                | Разрушение технологического электрооборудования электроподстанции | 200 млн. рублей                       |

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

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

*Физическая охрана объекта осуществляется сотрудниками ЧОП численностью 10 человек*

---

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

#### *Специальные средства*

---

VI. Меры по инженерно-технической, физической защите и пожарной безопасности

объекта (территории)

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

а) объектовые и локальные системы оповещения

*Носимые радиостанции Motorola*

---

(наличие, марка, характеристика)

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

*Резервный ввод электроснабжения. Включение производится автоматически.*

---

(наличие, количество, характеристика)

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

*КПП оснащены эстакадами для осмотра транспорта*

---

(наличие, марка, количество)

г) стационарные и ручные металлоискатели

*Стационарные аэрозольные металлоискатели – 1 шт.*

---

*Ручные металлоискатели – 2 шт.*

---

(наличие, марка, количество)

д) телевизионные системы охраны

*Охранная система Delta – 1 шт.*

---

(наличие, марка, количество)

е) системы охранного освещения

*Видеонаблюдение при помощи 10 видеокамер.*

---

(наличие, марка, количество)

2. Меры по физической защите объекта (территории):

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

*Количество КПП – 2; количество проходных – 1*

---

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

*2 эвакуационных выхода*

---

в) электронная система пропуска

*СКУД*

---

(наличие, тип установленного оборудования)

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

*Нет*

(человек, процентов)

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

а) наружное противопожарное водоснабжение

*Кольцевой противопожарный водопровод диаметром 200 мм*

(наличие, тип, характеристика)

б) внутреннее противопожарное водоснабжение

*Внутренний пожарный водопровод, совмещенный с хозяйственно-питьевым водопроводом.*

(наличие, тип, характеристика)

в) автоматическая установка пожарной сигнализации

*Адресная АПС «Сигнал-20»*

(наличие, тип, характеристика)

г) автоматическая установка пожаротушения

*Отсутствует*

(наличие, тип, характеристика)

д) система противодымной защиты

*Отсутствует*

(наличие, тип, характеристика)

е) система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

*СОУЭ второго типа*

(наличие, тип, характеристика)

ж) противопожарное состояние путей эвакуации и эвакуационных выходов

*Эвакуационные пути и выходы соответствуют требованиям*

(количество, параметры)

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

*Отсутствует*

(наличие, реквизиты документа)

VII. Выводы и рекомендации

---

VIII. Дополнительная информация с учетом особенностей объекта (территории)

---

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

---

(наличие на объекте (территории) локальных зон безопасности)

---

(другие сведения)