

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения

Специальность 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электрических сетей и электротехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Реконструкция ПС 110/35/6 кВ Сибирская оросительная МРСК Сибири «Омскэнерго»

УДК 621.311.4.001.6-044.922(571.13)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A12	Ткаченко Сергей Дмитриевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭСиЭ	Носов Г. В.	К. Т. Н. доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Коршунова Л. А.	К. Т. Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и БЖД	Бородин Ю. В.	К. Т. Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭСиЭ	Прохоров А.В.	К. Т. Н.		

Томск – 2016 г.

Результаты обучения
профессиональные и общекультурные компетенции
по основной образовательной программе подготовки бакалавров
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»,
профиль «Электроэнергетические системы и сети»

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сто- рон
<i>Профессиональные</i>		
Р 1	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа электроэнергетических систем и электрических сетей.	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОПК-2, ОПК-3), <i>CDIO Syllabus</i> (1.1), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 2	Уметь формулировать задачи в области электроэнергетических систем и сетей, анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.	Требования ФГОС (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3), <i>CDIO Syllabus</i> (2.1), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 3	Уметь проектировать электроэнергетические системы и электрические сети.	Требования ФГОС (ОК-3, ПК-3, ПК-4, ПК-9), <i>CDIO Syllabus</i> (4.4), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 4	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрооборудования, объектов электрических сетей энергосистем, а также энергосистемы в целом, интерпретировать данные и делать выводы.	Требования ФГОС (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-12, ПК-14, ПК-15), <i>CDIO Syllabus</i> (2.2), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области электроэнергетических систем и электриче-	Требования ФГОС (ОПК-2, ПК-11, ПК-13, ПК-18), <i>CDIO Syllabus</i>

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
	ских сетей.	(4.5), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 6	Иметь практические знания принципов и технологий электроэнергетической отрасли, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях.	Требования ФГОС (ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8 ПК-9, ПК-16, ПК-17), <i>CDIO Syllabus</i> (4.6), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Универсальные</i>		
Р 7	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области электроэнергетических систем.	Требования ФГОС (ПК-20, ПК-19, ПК-21), <i>CDIO Syllabus</i> (4.3, 4.7, 4.8), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 8	Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в области электрических сетей энергосистем.	Требования ФГОС (ОК-5, ОПК-1, ПК-2), <i>CDIO Syllabus</i> (3.2, 4.7), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области электроэнергетических систем и сетей.	Требования ФГОС (ОК-6), <i>CDIO Syllabus</i> (3.1), Критерий 5 АИОР (п. 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 10	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-5, ОК-6), <i>CDIO Syllabus</i> (2.5), Критерий 5 АИОР (п. 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Р 11	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области электроэнергетических систем и сетей с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.	Требования ФГОС (ОК-4, ОК-8, ОК-9, ПК-3, ПК-4, ПК-10), <i>CDIO Syllabus</i> (4.1), Критерий 5 АИОР (п. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 12	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области электроэнергетических систем и сетей.	Требования ФГОС (ОК-7, ОК-8), <i>CDIO Syllabus</i> (2.6), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения

Специальность 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электрических сетей и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) Прохоров А.В.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-5А12	Ткаченко Сергею Дмитриевичу

Тема работы:

Реконструкция ПС 110/35/6 кВ Сибирская оросительная МРСК Сибири «Омскэнерго»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.02.2016 г. № 1026/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	– паспорт ПС 110/35/6 кВ Сибирская оросительная МРСК Сибири «Омскэнерго»; – схема электрических соединений ПС.
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	– описание объекта; – обоснование необходимости реконструкции подстанции; – расчёт электрических нагрузок и общей мощности подстанции; – выбор и проверка оборудования и аппаратуры; – технико-экономические расчёты; – производственная и экологическая безопасность; – анализ результатов выполненной работы.
Перечень графического материала	– схема электрических соединений ПС 110/35/6 кВ Сибирская оросительная до и после реконструкции; – презентация.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсо-эффективность и ресурсосбережение	Доцент, кандидат технических наук Коршунова Л. А.
Социальная ответственность	Доцент, кандидат технических наук Бородин Ю. В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
нет	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭСиЭ	Носов Г.В.	К. Т. Н. доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A12	Ткаченко Сергей Дмитриевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A12	Ткаченко Сергею Дмитриевичу

Институт	Электронного обучения	Кафедра	Электрических сетей и электротехники
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1.Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материалов и оборудования, стоимость электроэнергии, минимальная тарифная ставка оплаты труда
2.Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы амортизации.
3.Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка отчислений в социальные фонды.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1.Формирование плана и графика разработки и внедрения НИ	Формирование плана и графика разработки и внедрения НИ
2.Составление бюджета научного исследования (НИ)	Расчет затрат на проектирование
3.Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения НИ	Выбор варианта реконструкции

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Этапы и график разработки и внедрения НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Коршунова Л. А.	К. Т. Н. доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A12	Ткаченко Сергей Дмитриевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A12	Ткаченко Сергею Дмитриевичу

Институт	Электронного обучения	Кафедра	Электрических сетей и электротехники
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	Электроэнергетические системы и сети

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).	На рабочем месте электромонтера могут иметь место следующие опасные и вредные производственные факторы: – повышенное значение напряжения электрической цепи; – пониженная или повышенная температура воздуха рабочей зоны при выполнении работ не в помещении; – повышенный уровень шума на рабочем месте; – недостаточная освещенность рабочей зоны при работе в помещении, на улице в темное время суток и в аварийных ситуациях (в случае отсутствия напряжения в сети освещения); – загазованность воздуха рабочей зоны при пожаре и проведении работ; – повреждение оборудования, находящегося под давлением.
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме.	ГОСТ 12.0.003 – 82, ГОСТ 12.1.003 – 83, ГОСТ 12.1.005-88, ГОСТ Р 12.1.019-2009, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.1.045-84, ГОСТ Р 22.3.03-94, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, СанПиН 2.2.4.548 – 96, СП 60.13330.2012, СН 2.2.4/2.1.8.566, СН 2.2.4/2.1.8.562-96, СП 52.13330.2011, НПБ 105-03

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	1. Поражение электрическим током: - воздействие электрического тока вызывает сильные и быстрые сокращения мышц всего тела, в том числе и сердечной мышцы, что может вызвать остановку сердца, также этому сопутствует повреждение кожного покрова различной степени тяжести в месте прикосновения с токоведущими частями; - в электроустановках не допускается приближения людей, механизмов и грузоподъемных машин к находящимся под напряжением не огражденным токоведущим частям на расстояние установленное РД 153-34.0-03.150-00; - обязательно применение индикатора на-
--	---

	пряжения, диэлектрических перчаток, бот, изолированного инструмента, защитных касок и спецодежды. 2 Высокий уровень шума: - наблюдается в маизалах; - вызывает повреждение органов слуха, головную боль, тошноту; - согласно ГОСТ 12.1.003-88 допустимые уровни шума указаны в таблице №6.5; - для защиты от шума применяются шумопоглощающие кожухи, камеры, в качестве индивидуальных средств защиты - противошумовые наушники.
2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Возгорание силового оборудования: - регулярный осмотр силами оперативного персонала и периодический осмотр силами административно-технического персонала для более тщательного выявления нарушений, своевременное техническое обслуживание и качественный ремонт; - при возникновении пожара необходимо немедленно сообщить об инциденте вышестоящему оперативному персоналу, вызвать пожарных, произвести необходимые отключения и приступить к тушению собственными силами до прибытия пожарной команды, по их прибытию произвести допуск, дальнейшее руководство пожаротушения передается командиру бригады пожаротушения.
3. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	К правовым нормам относятся: соблюдение работодателем и рабочим законов и должностных инструкций. К организационным мероприятиям относятся: - подготовка рабочего места; - допуск к работе; - проведение инструктажа (целевого, повторного, первичного, внепланового); - надзор во время работы; - организация перерывов в работе и окончания работы.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	схема эвакуации из помещения;

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.03.2016
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и БЖД	Бородин Ю. В.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A12	Ткаченко Сергей Дмитриевич		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования Бакалавр

Кафедра Электрических сетей и электротехники

Период выполнения весенний семестр 2015 /2016 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Техническое задание на разработку проекта реконструкции ПС 110/35/6 кВ Сибирская оросительная МРСК Сибири «Омскэнерго».	
	Введение. Анализ исходных данных по ПС 110/35/6 кВ Сибирская оросительная. Обоснование необходимости реконструкции.	
	Расчёт электрических нагрузок и общей мощности подстанции; выбор и проверка оборудования и аппаратуры.	
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
	Социальная ответственность	
	Заключение. Список использованных источников	
	Выполненный дипломный проект	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭСиЭ	Носов Г.В.	к.т.н. доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭСиЭ	Прохоров А.В.	к.т.н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 105 страниц, 13 рисунков, 39 таблиц, 33 источника, 1 приложение.

Ключевые слова: реконструкция, подстанция, трансформатор, выключатель, разъединитель, структура, конструкция.

Объектом исследования является ПС 110/35/6 кВ Оросительная филиала «Омскэнерго».

Цель исследования – разработка проекта по реконструкции подстанции 110/35/6 кВ Оросительная.

В процессе исследования проведен выбор и расчетная проверка основного электротехнического оборудования.

В результате проведенного исследования было выявлено, что реконструкция подстанции приведет к улучшению экономических показателей соответственно повышению надежности оборудования и качества передаваемой электроэнергии.

Дипломная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2007 и представлена на CD-R (в конверте на обороте обложки).

					ФЮРА. 130302.018 ПЗ						
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	РЕФЕРАТ			Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Ткаченко С.Д.									
Руковод.		Носов Г.В.								11	105
Реценз.								ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А12			
Консульт.											

СОКРАЩЕНИЯ

ВЛ – воздушная линия

ПС – подстанция

ВН – высокое напряжение

НН – низкое напряжение

ОРУ – открытое распределительное устройство

ЗРУ – закрытое распределительное устройство

КРУ – комплектное распределительное устройство

КЗ – короткое замыкание

ТН – трансформатор напряжения

ТТ – трансформатор тока

МТЗ – максимально токовая защита

ДЗТ – дифференциальная защита трансформатора

ПУЭ – правила устройства электроустановок

ФЗП – фонд заработной платы

СанПиН – санитарно-эпидемиологические правила и нормативы

					ФЮРА. 130302.018 ПЗ							
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								
Разраб.		Ткаченко С.Д.			СОКРАЩЕНИЯ				Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Носов Г.В.									12	105
Реценз.									ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А12			
Консульт.												

СОДЕРЖАНИЕ

	стр
ВВЕДЕНИЕ	15
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРЕДПРИЯТИИ «ОМСКЭНЕРГО»	16
1.1 Характеристика предприятия	16
1.2 Решаемые задачи	19
2 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ	23
2.1 Расчёт нагрузок на шинах ПС	24
2.2 Проверка трансформаторов	24
2.3 Расчёт потерь электроэнергии в трансформаторах	25
2.4 Расчет токов короткого замыкания	25
3 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ	31
3.1 Оборудование 110 кВ	31
3.2 Оборудование 35 кВ	35
3.3 Оборудование 6 кВ	40
3.4 Выбор схемы собственных нужд	46
3.5 Реконструкция воздушной линии «Сибирская-Оросительная»	47
3.6 Баланс мощности	51
3.7 Защита трансформаторов	55

					ФЮРА. 130302.018 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	СОДЕРЖАНИЕ	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Разраб.		Ткаченко С.Д.						
Руковод.		Носов Г.В.					13	105
Реценз.						ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А12		
Консульт.								

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	57
4.1 Планирование работ по проектированию и определение трудо- емкости	58
4.2 Расчет затрат на проектирование ПС 110/35/6 кВ	60
4.3 Выбор компенсирующих устройств	61
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	68
5.1. Анализ вредных факторов	68
5.2 Анализ опасных факторов	76
5.2.1 Расчет защитного заземления подстанции 110/35/6 кВ	81
5.2.2 Расчет молниезащиты	87
5.3 Экологическая безопасность	90
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	91
5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопас- ности проектируемой зоны	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	101
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	102
ПРИЛОЖЕНИЕ А	105

ВВЕДЕНИЕ

Энергосистема – это объединение электрических и тепловых сетей, электростанций, потребителей, которые связаны общими режимами производства, распределения и потребления электрической энергии и тепла. Часть энергосистемы, состоящая из электростанции, электрических сетей (линии электропередачи и преобразовательные подстанции) и установок потребителей, образует электрическую систему.

Перед эксплуатирующими и обслуживающими организациями электрической системы стоит главная цель: бесперебойное электроснабжение потребителей качественной электроэнергией.

К выполнению этой цели необходимо подходить комплексно, например:

- строить новые трансформаторные подстанции с установкой более мощных трансформаторов;
- проводить замену деревянных опор на железобетонные;
- проводить замену голого провода на самонесущий изолированный провод ;
- проводить замену кабельных линий на кабельные линии с изоляцией из сшитого полиэтилена, что почти в 2 раза увеличивает срок их службы и пр.

Все эти мероприятия помогают увеличить срок службы электрических сетей, уменьшить потери в линиях электропередач и выполнить обязательства перед потребителями.

					ФЮРА. 130302.018 ПЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВВЕДЕНИЕ	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Ткаченко С.Д.						
Руковод.		Носов Г.В.					15	105
Реценз.						ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А12		
Консульт.								

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРЕДПРИЯТИИ «ОМСКЭНЕРГО»

1.1 Характеристика предприятия

Омская область – одна из наиболее развитых в промышленном отношении областей в Сибирском регионе, имеющая, кроме того, сложную и разветвленную инфраструктуру. Радикальные изменения, произошедшие в экономике и политическом устройстве страны, резко проявив специфические особенности этого индустриального, насыщенного производственными и иными ресурсами, области.

Основу энергетики области составляет одна из крупнейших в Западной Сибири система ОАО "Омскэнерго", обеспечивающая потребности области в электрической энергии.

Утверждена Генеральная схема размещения российских объектов электроэнергетики до 2020 года. Этот документ должен стать ключевым для развития отрасли в период после ликвидации ОАО РАО "ЕЭС России".

На территории прииртышья также созданы условия для развития топливно-энергетического комплекса, в основном это работа по обоснованию размещения новых объектов генерации и сетевой инфраструктуры на территории Омской области. В Генеральную схему включены все крупные объекты. Наряду с сохранением мощностей омских ТЭЦ-4 и ТЭЦ-5, строительством линии электропередач 500 кВ "Заря – Барабинск – Таврическая" вошли такие стратегически важные для региона объекты как омская ТЭЦ-6, подстанция 500 кВ "Восход" (с линией электропередач 500 кВ "Ишим – Восход"), подстанция 220 кВ "Левобережная". Омская область – энергодефицитна, поэтому, сегодня необходимо создание новых источников электрической и тепловой энергии.

Как сообщили в Министерстве промышленной политики, транспорта и

					ФЮРА. 130302.018 ПЗ								
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата									
Разраб.		Ткаченко С.Д.			ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРЕДПРИЯТИИ «ОМСКЭНЕРГО»				Лит.	Лист	Листов		
Руковод.		Носов Г.В.									16	105	
Реценз.									ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А12				
Консульт.													

связи Омской области, строительство ТЭЦ-6 позволит дополнительно обеспечить региону поставку 1215 Гкал/час тепловой и 600 МВт электрической энергии. Строительство подстанции "Восход" не только обеспечит надежность омской энергосистемы, усилит существующие связи с объединенной энергосистемой, но и значительно увеличит объем электроэнергии, поставляемый в Омскую область с оптового рынка электроэнергии России на 100 – 150 МВт.

Подстанция 220 кВ Левобережная является основным питающим центром быстро развивающегося Левобережья города Омска, а так же осуществляет питание подстанции Оросительная.

Энергетика – как одна из базовых отраслей, определяющих экономический потенциал региона, работает в тесной технологической взаимосвязи с хозяйственными структурами и находится в значительной зависимости от их финансового состояния и технического уровня. Основные промышленные отрасли области весьма энергоемки. С ростом использования передовых технологий в производстве, основанных на автоматизации процесса производства и внедрения компьютерных технологий, растут требования к качеству электроэнергии и к надежности электроснабжения.

Поддержание энергосистемы в режиме устойчивой, безаварийной работы требует немалых инвестиций. Приоритетными инвестиционными проектами в сфере развития энергетических мощностей, реализация которых в настоящее время осуществляется энергокомпаниями под контролем Правительства Омской области, являются строительство на Омской ТЭЦ-3 парогазовой установки мощностью 90 МВт (ПГУ-90) и строительство ВЛ 500 кВ «Восход – Ишим» («Витязь») протяженностью 310 км с подстанцией «Восход – 500кВ». Реализация этих проектов будет способствовать продолжению строительства целого ряда энергоемких проектов. Так же приоритетными проектами считаются реконструкция уже имеющихся подстанций с целью повышения качества электроэнергии, а также снижения затрат на транспортировку ее к потребителям.

Ведь изношенность электротехнического оборудования в целом составляет 40%.

В настоящее время основным потребителем электроэнергии подстанции Оросительная является малый бизнес, объекты социального быта, госучреждения, а так же школа и дошкольные учреждения. К этому можно отнести несколько микрорайонов (до 30% потребителей являются I-II категории). С ростом требований к качеству электроэнергии и к надежности электроснабжения, назрел вопрос о модернизации и реконструкции подстанции.

Данные по подключению потребителей (класс напряжения 6 кВ):

Шины	Наименование фидера	Кол-во ТП	Перечень объектов 1-ой категории, социально значимых объектов, объектов жизнеобеспечения	Кол-во бытовых абонентов
1с	Ф-6-6-ТП855	7	котельная	199 домов частного сектора
	Ф-6-10-РП27	15	2 больницы, школа, 2 Д/С, котельная, РОВД, КНС-2, УН-1612/43	7 домов коммунального сектора, 536 домов частного сектора
	Ф-6-13-ТП876	1	КНС-3	49 домов частного сектора
2с	Ф-6-22-П	12	администрация, санаторий, котельная, банк, КНС-2, УН-1612/43, АТС-32	30 домов коммунального сектора, 633 дома частного сектора
	Ф-6-23-П	4	КНС-3	150 домов частного сектора
	Ф-6-32-ТП-856	1		72 дома частного сектора
Итого:		40		

На рассматриваемой подстанции в эксплуатации находились масляные баковые выключатели следующих типов: ВМГ-10 напряжением 6 кВ, ВМ-35, С-35 напряжением 35 кВ, МКП-110 напряжением 110 кВ. Данные выключатели находятся в эксплуатации более 20 лет, за это время они проходили капиталь-

ный ремонт. Данное оборудование имеет критическое состояние и практически не поддается текущему ремонту (капитальный ремонт уже производился), и кто хуже эти масляные выключатели являются пожароопасными, и морально устаревшими требующие большего обслуживания чем элегазовые. Поэтому было принято решение при реконструкции их заменить.

На подстанции установлено два силовых трехобмоточных трансформатора ТДТН-63000/110/35. В дальнейшем будет проведена проверка по мощности трансформаторов. Если потребляемая мощность на подстанции соответствует мощности трансформаторов то будет принято решение о их капитальном ремонте, а если не соответствует, то будет проведена замена на более мощные трансформаторы.

1.2 Решаемые задачи

Обеспечение надежной работы электростанций, подстанций и систем электроснабжения промышленных предприятий в значительной степени определяется безотказной работой выключателей высокого напряжения. Выключатели - основные коммутационные аппараты в электрических установках и служат для включения и отключения токовых цепей. Уникальной особенностью выключателей является то, что они должны надежно выполнять свои функции, находясь как во включенном, так и в отключенном состоянии, а также одновременно быть постоянно готовыми к мгновенному выполнению коммутационных операций в любых режимах работы, включая аварийные ситуации.

Масштабные структурные преобразования, осуществляемые в энергетике России, происходят, в условиях, когда износ оборудования в среднем по отрасли достиг величины 57,3 %. Темпы нарастания изношенного электрооборудования составляют 2-6 % в год от общего количества.

Увеличение объемов электрооборудования, сработавшего свой ресурс, несмотря на значительное увеличение инвестиций в техническое перевооруже-

ние энергообъектов за последнее время, пока еще превышает темпы его замены на новое. Такое положение дел может привести в ближайшие 10 лет к дальнейшему росту уровня износа основных фондов энергетики до 70 %. В сетях среднего и высокого напряжения, проблема износа оборудования выделяется особо, что связано с тем, что общая протяженность этих сетей в России, находящихся в эксплуатации, превышает 1 260 545 км [5]. Соответственно при такой огромной протяженности высок риск отказов, аварий, технологических поломок. Количество технологических нарушений из-за отказа выключателей наибольшее.

Причинами повреждений электрооборудования в сетях являются старение конструкций и материалов при эксплуатации (18 %), климатические воздействия (ветер, гололед и их сочетание) выше расчетных значений (19 %), грозовые перенапряжения (13 %), недостатки эксплуатации (6 %), посторонние воздействия (16 %) и невыясненные причины повреждений (28 %).

Возросшая стоимость по прокладке, наладке, и обслуживанию электрических сетей и оборудования, при улучшении их качества, требуют принятия наиболее оптимальных решений по уменьшению капиталовложений, сокращению энергетических потерь, улучшению структуры производства и энергосбережению.

Доля количества отказов конструктивных элементов от общего количества отказов масляных выключателей распределяется следующим образом: дугогасящая камера - 18 %, привод - 26 %, цепи управления – 42 %. опорная изоляция и вводы - 14 %. Среднее время восстановления одного отказа составляет более 3 часов. Если затраты на восстановление принять за единицу, то ущерб, включая недоотпуск электрической энергии, может достигать 2 единиц. Кроме того, для электрооборудования, отработавшего более 30 лет, затраты на ремонт превышают средние показатели по отрасли в 3 раза. У наиболее изношенного электрооборудования затраты на техническое обслуживание и ремонт за срок службы в 2,5-3,5 раза превосходят затраты, необходимые для установки нового электрооборудования. Поэтому особую актуальность приобретает необходи-

мость обеспечения надежности сетей, в том числе на основе замены изношенных и морально устаревших выключателей.

Наряду с физическим износом оборудования происходит его моральное старение. Средний технический уровень установленного станционного и подстанционного коммутационного оборудования соответствует оборудованию, которое эксплуатировалось в ведущих странах мира 30 лет назад. Вместе с тем тенденции развития высоковольтных выключателей показывают устойчивый рост применения в мире вакуумных и элегазовых выключателей.

Также будем производить замену провода так как провод подвергался значительному гололедообразованию, имеет большое количество соединений, которые образовались при обрывах. Восстановление провода несёт за собой большие капиталовложения, и не имеет смысла с экономической точки зрения.

Стеклянные изоляторы имеют скрытые трещины, сильно загрязнены. Необходимо выполнить совместно замену на 37 опорах 132 гирлянд изоляторов.

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью ВКР является реконструкции подстанция Оросительная филиала «Омскэнерго». В реконструкцию входят замена морально устаревших изношенных маслянных выключателей (пожароопасных), на более надежные и современные элегазовые выключатели, которые легче в обслуживании и ремонте. Также будут заменены силовые трансформаторы, т.к. старые уже не справлялись с возросшей нагрузкой. При реконструкции будет рассматриваться вопрос об установке конденсаторных батарей т.е. компенсации реактивной мощности на подстанции.

В этом разделе ВКР рассматривается технико-экономическое обоснование необходимости компенсации реактивной мощности, а также расчет стоимости проекта. Основной задачей компенсации реактивной мощности является снижение потерь активной мощности. Сравнение экономической эффективности двух вариантов электроустановки с равной степенью надёжности. Надёжность электроэнергетической системы есть свойство обеспечивать потребителей электроэнергией при отклонениях частоты и напряжения в определённых пределах, обусловленных ПУЭ. Эти сравнения в конечном итоге обеспечивают снижение расходов на обслуживание и ремонт, повышение мощности подстанции, обеспечивается надёжность электроснабжения. Экономический эффект может быть получен за счет компенсации реактивной мощности, что ведет к уменьшению полной мощности передаваемой подстанцией, это снижает нагрузку трансформаторов и соответственно снижает потери в трансформаторах (ведь чем больше загружен трансформатор тем выше потери в нем).

					ФЮРА. 130302.018 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Ткаченко С.Д.						57	105
Руковод.								
Реценз.								
Консульт.	Коршунова Л. А.					ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А12		

4.1 Планирование работ по проектированию и определение трудоемкости

Для определения трудоемкости выполнения проекта сначала составим перечень основных этапов и видов работ, которые должны быть выполнены.

Для определения ожидаемого значения продолжительности работ $t_{о.ж.}$ применим вариант, основанный на использовании трех оценок: t_{max} , t_{min} , $t_{н.в.}$.

$$t_{о.ж.} = \frac{t_{min} + 4 \cdot t_{н.в.} + t_{max}}{6}$$

где t_{min} – кратчайшая продолжительность данной работы (оптимистическая оценка);

$t_{н.в.}$ – наиболее возможная, по мнению экспертов продолжительность работы (реалистическая оценка);

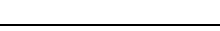
t_{max} – самая длительная продолжительность работы.

Таблица 23 – Описание графика выполнения работ

Сотрудник	Количество дней	Обозначение на графике
Руководитель	31	.
Ведущий инженер	38	.
Инженер	90	.

Для расчета основной заработной платы сотрудников составляем график выполнения работ таблица 23.

Таблица 24 – Этапы выполнения работ и график выполнения работ

№ эта-па	Наименование работы	Потребная численность, чел.	Продолжительность работы				График выполнения работ, дни																
			t_{min}	$t_{н.в}$	t_{max}	$t_{ож}$	1-4	5-7	8-13	14-16	17-20	21-25	26-28	29-33	34-36	37-40	41-68	69-82	83-90				
0-1	Разработка задания	Руководитель	3	4	5	4																	
		Инженер																					
1-2	Подбор кадров	Руководитель	2	3	4	3																	
		Инженер																					
2-3	Сбор и изучение литературы	Руководитель	5	6	7	6																	
		Инженер																					
3-4	Анализ полученной информации	Ведущий инженер Инженер	2	3	4	3																	
4-5	Выбор трансформаторов и выключателей	Ведущий инженер Инженер	3	4	5	4																	
																							
5-6	Выбор оборудования (разделителей, тр. тока и напряжения, компенсирующего устройства)	Инженер	3	5	6	5																	
6-7	Расчет токов КЗ и релейной защиты	Руководитель	2	3	4	3																	
		Инженер																					
7-8	Анализ и проверка выбранного оборудования	Инженер	4	5	6	5																	
8-9	Доработка	Руководитель Ведущий инженер Инженер	2	3	4	3																	
																							
9-10	Выводы и предложения по проделанной работе	Руководитель	3	4	6	4																	
		Инженер																					
10-11	Оформление отчета по проделанной работе	Ведущий инженер Инженер	26	28	30	28																	
																							
11-12	Выполнение графической части	Инженер	13	14	16	14																	
12-13	Проверка и сдача проекта	Руководитель	6	8	10	8																	
		Инженер																					
Итого			74	90	107	90																	

4.2 Расчет затрат на проектирование ПС 110/35/6 кВ

Затраты, образующие себестоимость продукции группируются в соответствии с их экономическим содержанием по следующим элементам:

1. материальные затраты;
2. оплата труда;
3. отчисления в социальные фонды;
4. амортизация основных фондов;
5. прочие затраты;
6. накладные расходы.

1. Материальные затраты включают в себя:

расходные материалы (бумага, картриджи для принтера, плоттера, ручки, изготовление слайдов), сведенные в приведенную ниже таблицу 25.

Таблица 25 – Материальные затраты

Материал	Единица измерения	Количество	Стоимость, руб.
Печатная бумага	Пачка	1	200
Диск CD-RW	шт.	2	80
Канц. товары	шт.	6	110
Картридж	шт.	1	710
ИТОГО			$I_M=1100$

2. Расчет заработной платы.

$$I_{з.пл.} = \frac{(3 + Д) \cdot k_1 \cdot k_2}{21} \cdot X,$$

где: 3 – оклад;

Д – доплата за интенсивность труда

k_1 - коэффициент за отпуск (1,1);

k_2 - районный коэффициент (1,3);

21 - количество рабочих дней в месяце;

X - количество рабочих дней затраченных на проект.

Зарплата.

Расчет для научного руководителя

$$I_{з.пл.} = \frac{(3 + Д)k_1 \cdot k_2}{21} \cdot X = \frac{(23000 + 2200) \cdot 1.16 \cdot 1.3}{21} \cdot 31 = 56097 \text{ (руб.)}$$

Расчет для инженера

$$I_{з.пл.} = \frac{(3 + Д)k_1 \cdot k_2}{21} \cdot X = \frac{(14500 + 2000) \cdot 1.08 \cdot 1.3}{21} \cdot 90 = 99282 \text{ (руб.)}$$

Расчет для ведущего инженера

$$I_{з.пл.} = \frac{(3 + Д)k_1 \cdot k_2}{21} \cdot X = \frac{(17000 + 2000) \cdot 1.08 \cdot 1.3}{21} \cdot 38 = 48270 \text{ (руб.)}$$

Сводим расчеты в таблицу 26.

Таблица 26 – Заработная плата исполнителей.

Должность	Оклад	Доплата	Коэффициент за отпуск	Районный коэффициент	Итоговая зар-плата за месяц	Средняя зар-плата за один день, руб.	Количество дней работы над проектом	ФЗП
Научный руководитель, 15р	23000	2200	1,16	1,3	38001	1809	31	56097
Инженер 10р	17000	2000	1,08	1,3	26676	1270	38	48270
Инженер, 9р	14500	2000	1,08	1,3	23166	1103	90	99282
Итого					87843		159	203649

Фонд заработной платы $\Phi ЗП = \sum ЗП_{исп.}$

$\Phi ЗП = 203649 \text{ р.}$

3. Размер отчислений на социальные фонды составляет 30% от $\Phi ЗП$.

Сумма начислений в социальные составляет:

$И_{сн} = 203649 \cdot 0,3 = 61097 \text{ руб.}$

4. Амортизационные отчисления считаем по следующей формуле. Специальное оборудование учитывается в сметной стоимости в виде амортизационных отчислений по формуле:

$$И_{ам} = \frac{T_u}{T_{кал}} \cdot H_a \cdot \Phi_n,$$

где Φ_n - первоначальная стоимость оборудования;

H_a - норма амортизации;

$T_{и}$ - количество дней использования оборудования;

$T_{кал}$ – количество календарных дней в году.

Таблица 27 – Амортизационные отчисления

Наименование	Количество	$\Phi_{п, р}$	$H_a, \%$	$T_{идней}$	$I_{амр}$
Компьютер	3Шт.	30000	0,2	20	986
Принтер	1Шт.	8000	0,1	10	22
Стол	3 Шт.	10000	0,1	53	436
Стул	3 Шт.	4000	0,5	53	871
Итого					2315

Амортизационные отчисления составляют $I_{ам} = 2315$ рубля.

5. Прочие расходы:

Принимаем размер прочих затрат как 10% от суммы расходов на материальные затраты, услуги сторонних организаций, амортизации оборудования, затрат на оплату труда, отчисления на социальные нужды.

$$\begin{aligned} I_{пр} &= 0,1 \cdot (I_{з.пл} + I_{сн} + I_{мат} + I_{ам}) = \\ &= 0,1 \cdot (203649 + 61097 + 1100 + 2315) = 26816 \text{ руб.} \end{aligned}$$

6. Накладные расходы принимаем 200% от ФЗП:

Накладные расходы составят 200% от ФЗП. Включают в себя затраты на хозяйственное обслуживание помещения, обеспечение нормальных условий труда, оплату за энергоносители, административные расходы и другие косвенные затраты.

$$I_{накл} = 2 \cdot I_{з.пл} = 2 \cdot 203649 = 407298 \text{ руб.}$$

Себестоимость проекта:

$$\begin{aligned} \sum I_{проекта} &= I_{з.пл} + I_{сн} + I_{мат} + I_{ам} + I_{пр} + I_{накл} = \\ &= 203649 + 61097 + 1100 + 2315 + 26816 + 407298 = 702275 \text{ руб} \end{aligned}$$

Принимаем рентабельность 20%, прибыль:

$$П_{б} = \sum I_{проекта} \cdot 0,2 = 702275 \cdot 0,2 = 140455 \text{ руб}$$

Стоимость проекта:

$$Ц_n = П_{б} + \sum I_{проекта} = 140455 + 702275 = 842730 \text{ руб}$$

Смета затрат представлена в таблице 28

Таблица 28 – Смета затрат

Вид расходов	Обозначение	Сумма, р.
Материальные затраты	I_m	1100
Заработная плата	$I_{зн}$	203649
Амортизация	$I_{ам}$	2315
Отчисления в социальные фонды	$I_{сн}$	61097
Прочие расходы	$I_{пр}$	26816
Накладные расходы	H_p	407298
Себестоимость проекта	$I_{сн}$	702275
Прибыль	$П_б$	140455
Стоимость проекта	C_n	842730

4.3 Выбор компенсирующих устройств

Выбор варианта осуществляется по приведенным затратам для различных вариантов с одинаковой производительностью и с одинаковым уровнем надежности определяется следующим образом:

$$З = P_n \cdot K + C,$$

где P_n — нормативный коэффициент эффективности, 1/год (для расчетов установок энергетики $p_n = 0,15$;

K — единовременные капитальные вложения, руб.;

C — эксплуатационные затраты, руб.

Капитальные вложения K включают затраты на основные фонды и оборотные средства. Так как оборотные средства в системе электроснабжения невелики (1 - 2%), то ими можно пренебречь.

Основные фонды включают стоимость оборудования, затраты на установку, монтаж, наладку и пробный пуск оборудования и аппаратуры, затраты на транспортировку.

При расчетах принимаем средние значения начисления по видам дополнительных затрат в % к стоимости оборудования:

транспортировка	3 - 10 %	принимаем 5%
заготовительно-складские	1,2 – 1,5 %	принимаем 1,5%
установка и монтаж	5 - 20 %	принимаем 11%
пуск и регулировка	2 – 3 %	принимаем 2.5%

итого 11,2-34,5% принимаем 20%
В данном расчете принимается 20 %.

Таблица 29 – Расчёт капиталовложений на оборудование для двух вариантов

№ варианта	Наименование электрооборудования	Кол-во шт.	Цена 1 ед. тыс. руб.	Дополнительные затраты тыс. руб.	Итого по варианту тыс. руб.
1	Распред. устр-во ОРУ-110 кВ	1	6700	1340	8040
	Распред. устр-во ОРУ-35 кВ	1	5350	1160	6510
	Трансформатор (собственные нужды) ТСЗ-40кВА	2	420	84	1008
	Трансформатор ТДТН-63000/110/35	2	12960	1780	21360
	Устройство КРУН-6 кВ	1	5100	1020	6120
	Щит управления	3	3124	660	11355
	Стоимость проекта	1	842,7	--	842,7
Итого по варианту 1					55234,7
2	Распред. устр-во ОРУ-110 кВ	1	6700	1340	8040
	Распред. устр-во ОРУ-35 кВ	1	5350	1160	6510
	Трансформатор (собственные нужды) ТСЗ-40кВА	2	420	84	1008
	Трансформатор ТДТН-63000/110/35	2	12960	1780	21360
	Устройство КРУН-6 кВ	1	5100	1020	6120
	Щит управления	3	3124	660	11355
	Реактивная конденсаторная батарея	10	410	82	4182
	Стоимость проекта	1	842,7		842,7
Итого по варианту 2					59416,7

Расчет эксплуатационных затрат

Эксплуатационные затраты определяются из следующей формулы:

$$C = C_a + C_{po} + C_{\varepsilon}$$

где C_a — ежегодные амортизационные отчисления, руб.

C_{po} — годовые расходы на обслуживание и текущий ремонт электрооборудования, руб.

C_{ε} — стоимость годовых потерь электроэнергии, руб.

Ежегодные амортизационные отчисления

$$C_a = P_a \cdot K$$

где P_a — норма амортизационных отчислений, % (для силового электрооборудования $P_a = 6,4$ %)

Вариант 1

$$C_{a1} = 6,4 \cdot 55234,7 / 100 = 3535 \text{ тыс. руб.}$$

Вариант 2

$$C_{a2} = 6,4 \cdot 59416,7 / 100 = 3803 \text{ тыс. руб.}$$

Годовые расходы на обслуживание и текущий ремонт электрооборудования C_{po}

$$C_{po} = P_{po} \cdot K$$

где P_{po} — норма на обслуживание и текущий ремонт, % (для силового электрооборудования $P_{po} = 5$ %)

Вариант 1

$$C_{po1} = 5 \cdot 55234,7 / 100 = 2762 \text{ тыс. руб.}$$

Вариант 2

$$C_{po2} = 5 \cdot 59416,7 / 100 = 2971 \text{ тыс. руб.}$$

Стоимость потерь электрической энергии в трансформаторах:

$$C_{ПОТ} = \left(2 \cdot \Delta P_{кз} \cdot \kappa_{загр}^2 \cdot \tau_{\max} + 2 \cdot \Delta P_{xx} \cdot T_{вкл} \right) \cdot \Delta C_{\varepsilon}$$

где: $\Delta P_{кз}$, ΔP_{xx} — каталожные данные, кВт;

$T_{вкл} = 8760$ - число часов работы трансформатора в течение года, ч;

$\tau_{\max} = 5984$ (часов) - время максимальных потерь электроэнергии.

$\Delta C_{\varepsilon} = 2,4 \left(\frac{\text{руб.}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}} \right)$ - стоимость потерь 1 кВт·ч электрической энергии;

$$\kappa_{загр} = \frac{S_p}{S_{TP}} \text{ коэффициент загрузки трансформатора;}$$

S_{TP} - мощность трансформаторов

$$S_p = \sqrt{(P_p + \Delta P_{TP})^2 + (Q_p + \Delta Q_{TP})^2} - \text{расчетная нагрузка на подстанции}$$

которая включает в себя потери в трансформаторах

Потери в трансформаторах сравниваемых вариантов значительные и кроме того различны, этим обусловлено заметное их влияние на экономичность сравниваемых вариантов.

Все потери мощности и коэффициент мощности:

$$\underline{\Delta S} = \underline{\Delta S}_{mp} + \underline{\Delta S}_{xx} + \underline{\Delta S}_{л} = (0,07 + j2,661) + (0,112 + j0,882) + (0,119 + j0,208) = 0,301 + j3,751 \text{ МВА.}$$

Полная мощность с потерями:

$$\underline{S}_{пол} = \underline{S} + \underline{\Delta S} = (74,01 + j41,17) + (0,305 + j3,751) = 74,31 + j44,92 \text{ МВА}$$

$$\text{или } S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{74,31^2 + 44,92^2} = 86,83 \text{ МВА.}$$

Таблица 30 – Потери мощности сравниваемых вариантов

№ варианта	Технические данные трансформаторов	Коэффициент загрузки k	Активная мощность ΔP , кВт	Потери реактивной мощности ΔQ , кВар
1	ТДТН-63000/110/35 $\Delta P_{xx} = 56$ кВт $\Delta P_{кз} = 290$ кВт $I_{xx} \% = 0,7 \%$ $U_{кз} \% = 10,5$	0,61	290	440
	В 2 ^х ТДТН- 63000/110/35 кВА		580	880
2	ТДТН-65000/110/35 $\Delta P_{xx} = 56$ кВт $\Delta P_{кз} = 290$ кВт $I_{xx} \% = 0,7 \%$ $U_{кз} \% = 10,5$	0,56	290	440
	В 2 ^х ТДТН- 63000/110/35 кВА		580	880

Вариант 1

$$S_p = \sqrt{(P_p)^2 + (Q_p)^2} = \sqrt{(74,31)^2 + (44,92)^2} = 86,83 \text{ МВт}$$

Вариант 2

$$S_p = \sqrt{(P_p)^2 + (Q_p - Q_{KB})^2} = \sqrt{(74,31)^2 + (44,92 - 8,7)^2} = 82,4 \text{ МВт}$$

Стоимость потерь электрической энергии в трансформаторах:

Вариант 1

$$\begin{aligned} C_{\text{ПОТ}} &= (2 \cdot \Delta P_{\text{кз}} \cdot \kappa_{\text{загр}}^2 \cdot \tau_{\text{max}} + 2 \cdot \Delta P_{\text{xx}} \cdot T_{\text{вкл}}) \cdot \Delta C_{\text{э}} = \\ &= (2 \cdot 290 \cdot 0,61^2 \cdot 5984 + 2 \cdot 56 \cdot 8760) \cdot 2,4 = 2799 \text{ тыс.руб.} \end{aligned}$$

Вариант 2

$$\begin{aligned} C_{\text{ПОТ}} &= (2 \cdot \Delta P_{\text{кз}} \cdot \kappa_{\text{загр}}^2 \cdot \tau_{\text{max}} + 2 \cdot \Delta P_{\text{xx}} \cdot T_{\text{вкл}}) \cdot \Delta C_{\text{э}} = \\ &= (2 \cdot 290 \cdot 0,56^2 \cdot 5984 + 2 \cdot 56 \cdot 8760) \cdot 2,4 = 2054 \text{ тыс.руб.} \end{aligned}$$

Результаты расчётов приведённых затрат сводим в таблицу 31.

Таблица 31 – Результаты расчётов приведённых затрат

№	З = P _н · К + С тыс. руб.	P _н	К тыс. руб.	С = С _а + С _{ро} + С _э			С тыс. руб.
				С _а тыс. руб.	С _{ро} тыс. руб.	С _э тыс. руб.	
1	17381	0,15	55234,7	3535	2762	2799	9096
2	17740	0.15	59416,7	3803	2971	2054	8828

Вывод: Как видим по результатам расчетов 1-ый вариант имеет меньше приведенные затраты, поэтому нет смысла установки конденсаторных батарей установки, при одинаковых параметрах схемы подстанции.

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Социальная ответственность является одним из важнейших социально-экономических, санитарно-гигиенических и экологических мероприятий, направленных на обеспечение безопасных условий труда. В данном разделе дипломной работы, рассмотрены вопросы социальной ответственности оперативно-ремонтного персонала на трансформаторной ПС Оросительная филиала «Омскэнерго».

Подстанция является энергетически важным объектом. На ней установлено высоковольтное оборудование (имеются ОРУ 110 кВ, ОРУ 35 кВ, КРУН 10 кВ).

В связи с этим, согласно «Основы законодательства РФ об охране труда» администрация подстанции обязана обеспечивать условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены, а также внедрять современные средства техники безопасности.

5.1. Анализ вредных факторов

На предприятии рабочие часто сталкиваются с воздействием таких физических вредных производственных факторов, как:

- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- повышенная или пониженная температура воздуха;
- плохая освещенность рабочего места;
- наличие повышенного уровня шума;
- вибрация;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- тепловое излучение;
- скорость движения воздуха.

					ФЮРА. 130302.018 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Ткаченко С.Д.			СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	Лит.	Лист
Руковод.							68
Реценз.							105
Консульт.		Бородин Ю. В				ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А12	

Опасные факторы:

- механические травмы;
- возможность поражения электрическим током;
- статическое электричество;
- взрыв;
- пожар.

Необходимо определить неблагоприятные производственные факторы, произвести их количественную оценку и ее сопоставление с нормативными требованиями для анализа опасных и вредных факторов и способам улучшений условий труда.

Микроклимат

В обеспечении условий высоко производственного труда научно-технического персонала немаловажную роль играет микроклимат, т.е. факторы производственной среды, влияющие на физическое и эмоциональное состояние человеческого организма. К таким факторам относятся:

1. температура;
2. влажность и давление воздуха;
3. скорость движения воздуха;
4. Интенсивность тепловое излучение.

Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда СанПиН 2.2.4.548-96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»[27]

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- температура воздуха $t^{\circ}\text{C}$;
- относительная влажность $\varphi, \%$;
- скорость движения воздуха $v, \text{ м/с}$;
- предельно допустимая концентрация веществ ПДК;
- интенсивность теплового излучения $I, \text{ Вт/м}^2$.

Оптимальные нормы параметров микроклимата в рабочей зоне производственного помещения

Оптимальные параметры микроклимата в холодный и теплый периоды года в главном производственном корпусе, для электромонтера, должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 32, при этом изменения температуры воздуха в течение смены не должны превышать 2°C и выходить за пределы величин, указанных в таблице 32.

К категории Пб относятся работы с расходом энергии от 232 до 293 Дж/с (Работа, связанная с ходьбой и перенесением тяжестей до 10 кг)

Таблица 32 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °C	Температура поверхностей, °C	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Пб (141-175)	21-23	20-24	60-40	0,1
Теплый	Пб (141-175)	22-24	21-25	60-40	0,2

Таблица 33 - Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °C		Температура поверхностей, °C	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптим. вел.	Диапазон выше оптим. вел.			Для диапазона темпер. воздуха ниже оптим. вел., не более	Для диапазона темпер. воздуха выше оптим. вел., не более
Холодный	Пб (141-175)	19-20,9	23,1-24	18-25	15-75	0,1	0,2
Теплый	Пб (141-175)	20-21,9	24,1-28	19-29	15-60	0,1	0,3

Кроме оптимальных параметров микроклимата существуют и допустимые – это величины которые не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 6.3 [27]

Таблица 34 - Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих на рабочих местах от производственных источников

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25-50	70
не более 25	100

Мероприятия по созданию условий для нормальной терморегуляции организма:

- механизация и автоматизация технологических процессов;
- защита от источников теплового излучения с помощью теплозащитных экранов;
- устройство систем вентиляции;
- кондиционирование воздуха и отопление.

Мероприятия по борьбе с загрязненностью воздуха вредными газами, парами и аэрозолями:

- удаление из производства или ограничение использования вредных веществ;
- рационализация технологического процесса, устраняющая образование газов, паров и аэрозолей;

- максимальная герметизация оборудования;
- механизация и автоматизация производственных процессов;
- увлажнение обрабатываемых материалов;
- устройство различных систем вентиляции от мест выделения газов, паров или аэрозолей;
- снабжение рабочих средствами индивидуальной защиты.

Производственная вентиляция

Нормы производственной вентиляции установлены системой стандартов безопасности труда. и санитарные нормы . СП 60.13330.2012 [29]

На рабочем месте предусматривается искусственная приточно-вытяжная общеобменная вентиляция с расходом воздуха на одного работающего не менее $60 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Воздух, поступающий в помещение в зимнее время, подогревается, а в летнее время охлаждается, кроме того, поступающий воздух при необходимости может быть увлажнен или осушен. Механическая вентиляция обеспечивает очистку выбрасываемого наружу воздуха, что очень важно для воздушной среды окружающей предприятие.

Производственное освещение

Нормирование освещенности производится в соответствии со СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение»[32].

Освещение в производственных условиях определяется следующими основными параметрами:

- световой поток Φ , лм;
- сила света I , кд;
- освещенность E , лк;
- яркость L , кд/м².

На рабочем месте предусматривается совмещенное освещение: естественное боковое двухстороннее дополняется искусственным общим освещением.

Основные требования к рабочему освещению:

- освещенность на рабочем месте должна соответствовать характеру зрительных работ;
- необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности и в пределах окружающего пространства;
- на рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени;
- в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная бликоность - повышенная яркость светящихся поверхностей;
- величина освещенности должна быть постоянной во времени;
- следует выбирать необходимый спектральный состав света;
- следует выбирать оптимальную направленность светового потока;
- все элементы осветительных установок должны быть достаточно долговечны, электробезопасны, а также не должны быть причиной возникновения пожара или взрыва;
- установка должна быть удобной и простой в эксплуатации, отвечать требованиям эстетики.

Выбор нормируемой освещенности производится по отраслевым нормам, разработанным в соответствии со СНиП. С учетом выбранной системы освещения выбираем: разряд зрительной работы УII; освещенность при системе 200 лк.

Выбираем светильник ДРЛ наименованием РСП18.

Предусматриваются аварийное освещение с наименьшей освещенностью рабочих мест при аварийном режиме 2 лк, эвакуационное освещение освещенностью при эвакуации людей из помещений не менее 0,5 лк на уровне пола основных проходов и лестниц, а на открытых территориях – не менее 0,2 лк.

Виброакустические вредные факторы

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и

оборудованием, Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» [30].

Вибрация определяется следующими основными параметрами:

- частота f , Гц;
- амплитуда колебаний d , мм.

Таблица 35 – Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест.

Вид вибрации	Допустимый уровень виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Технологическая	—	117	108	102	101	101	101	—	—	—	—

Методы защиты от вибрации:

- снижение вибрации в источнике ее возникновения: замена динамических технологических процессов статическими, тщательный выбор режима работы оборудования, тщательная балансировка вращающихся механизмов;
- уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника: вибродемпфирование, виброгашение, виброизоляция, жесткое присоединение агрегата к фундаменту большой массы, средства индивидуальной защиты (специальные рукавицы, перчатки, прокладки, виброзащитная обувь).

Таблица 36 – Допустимые уровни звукового давления, уровни звука на рабочих местах

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	110	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Нормируемые параметры шума на рабочем месте определены ГОСТ 12.1.003 – 83 [20] и Санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»[31].

Шум определяется следующими основными параметрами:

- уровень звукового давления A , дБ;
- интенсивность звука I , Вт/м²;
- уровень звука L , дБА.

ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. «Средства и методы защиты от шума. Квалификация»[22] предусматривает следующие меры для снижения уровня шума:

- 1) Устройство кратковременных перерывов в работе;
- 2) Установка в помещениях звукопоглощающих конструкций и экранов;
- 3) Качественное изготовление деталей станков и машин;
- 4) Звукоизоляция ограждающих конструкций;
- 5) Укрытия в кожухи источников шума;
- 6) Применение средств индивидуальной защиты (беруши, противושумные наушники, шлемофоны и др.).

Защита от электромагнитных полей

Нормирование ЭМП промышленной частоты осуществляют по предельно допустимым уровням напряженности электрического и магнитного полей частотой 50 Гц в зависимости от времени пребывания в нем и регламентируются Санитарными нормами и правилами СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»[27]

Основные параметры ЭМП:

- частота f , Гц;
- напряженность электрического поля E , В/м;
- напряженность магнитного поля H , А/м;
- плотность потока энергии I , Вт/м².

Предельно допустимый уровень напряженности ЭП на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м. При напряженности свыше 20 до 25 кВ/м допустимое время пребывания в ЭП составляет 10 мин. Пребывание в ЭП с напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается. Напряженность магнитного поля в соответствии с предельно допустимым уровнем на рабочем месте не должна превышать 8 кА/м[25]

К основным методам защиты персонала от ЭМП радиочастот относятся:

- выбор рациональных режимов работы оборудования;
- ограничение места и времени нахождения работающих в ЭМП;
- защита расстоянием;
- рациональное размещение в рабочем помещении оборудования;
- уменьшение мощности источника излучений;
- использование поглощающих или отражающих экранов;
- применение средств индивидуальной защиты: специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани, защитные очки, специальные каски и шлемы.

5.2 Анализ опасных факторов

Электробезопасность

Гигиеническое нормирование ГОСТ 12.1.038 – 82 «ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» [23] устанавливает предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов, протекающих через тело человека при нормальном режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц, ПУЭ [6].

Основные факторы, определяющие опасность поражения электрическим током:

- электрическое сопротивление тела человека;
- величина напряжения и тока;
- продолжительность воздействия электрического тока;
- пути тока через тело человека;
- род и частота электрического тока;
- условия внешней среды и состояние человека.

При длительном воздействии допустимый безопасный ток принят в 1 мА.

Защиту человека от воздействия напряжений прикосновения и токов обеспечивают конструкция электроустановок, технические способы и средства защиты, организационные и технические мероприятия по ГОСТ Р 12.1.019-2009[21].

Таблица 37 – Зависимость длительности протекания тока через тело человека от его величины

Род тока	Нормируемая величина	Предельно допустимые значения, не более, при продолжительности воздействия тока t , с							
		0,1	0,3	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	Св.1
Переменный 50 Гц	U, В	340	135	105	85	75	70	60	20
	I, мА	400	160	125	90	75	65	50	6
Переменный 400 Гц	U, В	500	330	200	140	130	110	100	36
	I, мА								8
Постоянный	U, В	500	350	250	230	220	210	200	40
	I, мА								15

Таблица 38 — Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки

Род тока	U, В	I, мА
	Не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Основными мерами защиты от поражения током являются:

- обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением от случайного прикосновения, с помощью установки (Ограждения делают из диэлектрика или из металла. Они должны располагаться на определенном расстоянии от неизолированных токоведущих частей, зависящем от напряжения электроустановки и конструкции ограждения. Так, в закрытых РУ это расстояние для сплошных ограждений должно составлять при напряжении, 10 кВ — 150 мм,);

- электрическое разделение сети;
- устранение опасности поражения при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрического оборудования, что достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением, занулением, защитным отключением и д.р.;

- применение специальных защитных средств переносных приборов и приспособлений;

- организация безопасной эксплуатации электроустановок:

1. Изоляция токоведущих частей.
2. Недоступность токоведущих частей.
3. Блокировки безопасности.
4. Ориентация в электроустановках.
5. Защитное замыкание (шунтирование фазы).
6. Изолирующие площадки.

- применение индивидуальных средств защиты: изолирующие электрозащитные средства, ограждающие средства защиты, предназначенные для временного ограждения токоведущих частей, для временного заземления, предохранительные средства защиты предназначенные для индивидуальной защиты от световых, тепловых и механических повреждений.

Исправность средств защиты должна проверяться осмотром перед каждым применением, а также периодически через 6-12 месяцев.

К основным техническим средствам защиты от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся:

- электрическая изоляция токоведущих частей;
- ограждение;
- сигнализация и блокировка;
- использование малых напряжений;
- электрическое разделение сети;
- зануление;
- выравнивание потенциалов;
- защитное отключение;
- средства индивидуальной защиты и защитные средства: штанги изолирующие, диэлектрические перчатки, боты, галоши, коврики, изолирующие подставки, слесарно-монтажный инструмент с изолированными рукоятками, переносные заземления, предупредительные плакаты, предохранительные пояса.

Согласно ПУЭ, сопротивление изоляции в электроустановках напряжением до 1000 В должно быть не менее 0,5 МОм.

Подстанция " Оросительная " выполнена полностью из блоков заводской готовности. Конструктивно-строительные и компоновочные решения КТПБ и основные его элементы разработаны Самарским заводом "Электрощит". КТПБ доработана: ГОСТ 12.2.003 – 74.

Необходимо обратить внимание при монтаже подстанции на тщательное выполнение узлов натяжения проводов на блоках приема линии 110/35 кВ с целью соблюдения габаритов над оградой.

Ремонт выключателей 110/35 кВ предусмотрен с помощью автокрана при частичном снятии напряжения с ОРУ 110 кВ или ОРУ 35 кВ.

Компоновка КТПБ позволяет производить ремонт и ревизию силовых трансформаторов со снятием колокола или подъемом активной части непосредственно на месте их установки, то есть на железной основе, с помощью авто-

кранов.

Для безопасности ведения работ все разъединители имеют стационарные заземляющие ножи. Установка электрооборудования (расстояние от токоведущих частей до земли, зданий, сооружений, между токоведущими частями и другие) выполнены с соблюдением требований правил устройств электроустановок. Проектом предусмотрены проезды и проходы, выполненные таким образом, чтобы обслуживающий персонал мог производить осмотр электрооборудования, находящегося под напряжением, без его отключения.

Статическое электричество

Допустимые уровни напряженности электростатических полей установлены ГОСТ 12.1.045 – 84 «ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»[24].

Основные параметры :

- напряженность электростатического поля E , кВ/м.

Предельно допустимый уровень напряженности электростатического поля устанавливает равным 60 кВ/м в течении одного часа пребывания персоналом в электрическом поле.

Защита от электростатического электричества осуществляется:

- уменьшение генерации электрических зарядов;
- устранение уже образовавшихся зарядов (защитное заземление);
- нейтрализаторы статического электричества;
- увлажнение воздуха;
- средства индивидуальной защиты: обувь на кожаной подошве или подошве из электропроводной резины;
- механические травмы.

Поражение электрическим током

Известно, что поражение человека электрическим током возможно лишь при замыкании электрической цепи через тело человека, т. е. при прикоснове-

нии человека к сети не менее чем в двух точках. При этом повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, является опасным фактором. В зависимости от условий производственной среды, в соответствии с «Правилами устройства электроустановок» [6], должны быть определены следующие пункты

- выбор и обоснование категории помещения по степени опасности поражения электрическим током;
- требования к электрооборудованию;
- анализ соответствия реального положения на производстве перечисленным требованиям;
- мероприятия по устранению обнаруженных несоответствий;
- обоснование мероприятий и средств защиты работающих от поражения электрическим током;

Дожимная насосная станция относится к помещениям с повышенной опасностью поражением людей электрическим током, характеризуется наличием следующих условий согласно ПУЭ [5].

- токопроводящая пыль;
- токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные);
- возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединения с землёй металлоконструкциям зданий, механизмов, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

5.2.1 Расчет защитного заземления подстанции 110/35/6 кВ

Назначение защитного заземления состоит в том, чтобы обеспечить между корпусами защищаемого электрооборудования и землей электрическое соединение с достаточно малым сопротивлением и тем самым снизить до безопасного значения напряжение прикосновения во время замыкания на корпус

электрооборудования. Для выполнения этого требования корпуса и части всего электрооборудования, нормально не находящегося под напряжением, должны быть надежно подключены к заземляющему устройству.

Заземлению подлежит оборудование, отдельные части и конструкции:

- корпуса трансформаторов, аппаратов, светильников;
- приводы электрических аппаратов;
- вторичные обмотки измерительных трансформаторов;
- каркасы распределительных щитков, щитов управления, а так же съемные и открывающиеся части, если на них установлено оборудование напряжением выше 42 В переменного или 110 В постоянного тока;
- металлические конструкции распределительных устройств, металлические кабельные соединительные муфты, металлические оболочки и броня силовых и контрольных кабелей, стальные трубы электропроводки, лотки, короба, стальные полосы, на которых укреплены кабели и провода, а так же другие металлические конструкции, связанные с установкой электрооборудования.

Требование заземлять все металлические части оборудования предопределило прокладку заземляющих магистралей вдоль его рядов. Эти магистрали, расположение которых задается планом подстанции, и составляют основу выравнивающих сеток.

Основное назначение сетки заключается в создании на всей территории подстанции и непосредственно около нее, по внешнему периметру, такого распределения потенциалов, которое обеспечило бы необходимую степень безопасности. Распределение потенциалов у одиночных заземлителей, особенно в их начальной части, носит не очень плавный характер.

Вдоль фронта оборудования, на каждой линии его установки, прокладывают систему параллельных полос, служащих для подключения заземляющей проводки, идущей к заземляемому оборудованию. Если их недостаточно для выравнивания потенциалов, прокладывают дополнительные.

Учитывая основное назначение этих заземляющих полос, их следует ук-

ладывать не ближе 0,8 – 1 м от оборудования и от стен, чтобы человек мог коснуться этого оборудования, находясь только за полосой, а не перед нею. Человек, находящийся в зоне растекания тока, оказывается под воздействием разности потенциалов, величина которой зависит от длины шага (0,8 м) и расстояния человека от точки растекания тока.

По мере удаления от заземлителя объем грунта, в котором растекается ток, увеличивается, и плотность тока в грунте уменьшается. Потенциал снижается и на расстоянии 20 м от точки растекания тока становится равным нулю. Крутизна кривой распределения потенциалов в грунте зависит от проводимости грунта: чем больше его проводимость, тем дальше удалены точки нулевого потенциала.

Конструктивное выполнение сети заземления подстанции различают естественные и искусственные заземлители.

Естественными являются находящиеся в земле металлические конструкции здания и свинцовые оболочки кабелей.

На проектируемой подстанции осуществляется контурное заземление с уравнительными полосами, которые позволяют равномерно распределить потенциал на всей площади.

Искусственные заземлители выполнены из электродов, соединенных на глубине 0,7 м посредством сварки стальной полосой. Электроды длиной 5 м изготовлены из круглой стали диаметром 16 мм. Соединительная полоса выполняется из полосовой стали размером 40 x 4 мм.

Каждый заземляемый элемент подключается к сети заземления отдельным ответвлением. Внутренние магистрали заземления соединяются с наружным контуром в нескольких местах.

Чтобы избежать большой разности потенциалов во внешней части контура, особенно в местах входа и въезда в подстанцию, закладывают дополнительно две — три стальные полосы (в форме козырька) с настенным заглублением до 1,5 — 2 м; этим достигается более пологий спад потенциала и снижение

напряжения шага.

Иногда может возникнуть необходимость дополнительного выравнивания потенциалов по всему периметру подстанции за пределами ее территории. Эта последняя мера во многом определяется тем, из какого материала сооружен забор подстанции и на каком расстоянии он находится от заземляющего контура.

Чтобы улучшить распределение потенциалов по углам контура, рекомендуется либо создать там дополнительную проводимость путем забивки какого-то количества труб, либо, что еще проще, округлить углы контура.

Дополнительным защитным средством, повышающим безопасность обслуживания, является окраска металлических частей, которые могут оказаться под напряжением вследствие повреждения изоляции оборудования.

Сопротивление заземляющего устройства R_3 складывается из сопротивлений растеканию отдельных электродов заземлителя (труб, уголков, полос) и сопротивлений заземляющих проводников.

Сопротивление растеканию каждого отдельного электрода зависит от удельного сопротивления грунта с учётом его сезонных изменений; формы, размеров и материала электрода и глубины погружения его в землю, а также наличия вблизи него других электродов, электрически соединённых с ним. Удельное сопротивление грунта ρ принимается по таблицам справочников. Удельное сопротивление промёрзшего грунта получается умножением удельного сопротивления грунта, измеренного в нормальных условиях (15°C и 10-20 % влажности), на поправочные коэффициенты — по таблицам справочников.

Сопротивление растеканию одиночных электродов ($R_3, \text{Ом}$), выполненных из вертикальных электродов из круглой арматурной стали или трубы, верхний конец ниже уровня земли:

$$R_{3, \epsilon} = \frac{0,366 \cdot \rho}{l} \cdot \left(\lg \left(\frac{2l}{d} \right) + \frac{1}{2} \cdot \lg \left(\frac{4t + l}{4t - l} \right) \right), \text{Ом}$$

Сопротивление растеканию горизонтальных электродов ($R_3, \text{Ом}$), выполненных из полосовой стали:

$$R_{з, в} = \frac{0,366 \cdot \rho}{l} \lg \frac{2l^2}{b \cdot t}$$

где ρ - удельное сопротивление грунта, Ом·м, принимается в необходимых случаях с учётом коэффициентов на промерзание или высыхание грунта по таблицам справочников;

l — длина электрода, м;

d — диаметр электрода, м;

t — глубина заложения, м (для вертикального электрода, верхний конец которого ниже уровня земли, расстояние от поверхности земли до середины электрода);

b — ширина полосового электрода, м.

Суммарное сопротивление части заземлителя, состоящей из вертикальных электродов (труб или уголков), электрически связанных между собой, без учёта сопротивления соединяющей их полосы:

$$R_{з.в.э} = \frac{R_{з.в}}{n \cdot \eta_v}$$

где n - число вертикальных электродов;

η_v - коэффициент, учитывающий экранирование электродов соседними, принимается по таблицам справочников.

Сопротивление растеканию полосы с учётом экранирования:

$$R_{з.л.э} = \frac{R_{з.л}}{\eta_z}$$

Полное сопротивление растеканию заземлителя:

$$R_z = \frac{R_{з.в.э} \cdot R_{з.л.э}}{R_{з.в.э} + R_{з.л.э}}$$

Площадь территории подстанции составляет 75 х 57 м. Предварительно принимаем количество вертикальных электродов – 60 шт. по периметру территории через 5 м.

Составляем расчетную модель заземлителя в виде прямоугольной сетки с площадью $S = 75 \times 57 = 4275 \text{ м}^2$.

Общая протяженность горизонтальных заземлителей сетки 200 м. Грунт - насыпные грунты с сопротивлением растеканию 500 Ом-м - первый слой высотой 2 м; 900 Ом-м - второй слой.

$\rho_э$ - эквивалентное сопротивление двух слоев земли, определяемое по формуле:

$$\begin{aligned} p_э &= p_1 \left(1 - e^{-\alpha h / \sqrt{S}} \right) + p_1 \left(1 - e^{-\beta \sqrt{S} / hl} \right) = \\ &= 500 \left(1 - e^{-1.1 \cdot 2 / \sqrt{4275}} \right) + \left(1 - e^{-0.3 \cdot 2 / \sqrt{4275}} \right) = 24,76 \text{ Ом} \times \text{м} \end{aligned}$$

α, β - безразмерные коэффициенты, зависящие от соотношения удельных электрических сопротивлений слоев земли;

$$\alpha = 1,1;$$

$$\beta = 0,3;$$

Рекомендуемое для расчётов сопротивление грунта с учётом повышающих коэффициентов для первой климатической зоны принимаются равными 5.5 для горизонтальных электродов при глубине заложения 0,7 м и 1,65 для вертикальных электродов длиной 5 м при глубине заложения их верхнего конца 0,5 — 0,8 м.

Расчётные удельные сопротивления грунта: для горизонтальных электродов:

$$\rho_{расч. г} = 5,5 \times 24,76 = 136,18 \text{ Омм};$$

для вертикальных электродов:

$$\rho_{расч. в} = 1,65 \times 24,76 = 40,85 \text{ Ом-м}.$$

Определяется сопротивление растеканию одного стержня диаметром 16 мм, длиной 5 м при погружении ниже уровня земли на 0,7 м по формуле:

$$\begin{aligned} R_{з, в} &= \frac{0,366 \cdot \rho}{l} \cdot \left(\lg \left(\frac{2l}{d} \right) + \frac{1}{2} \cdot \lg \left(\frac{4t + l}{4t - l} \right) \right), \text{ Ом} \\ R_{з, в} &= \frac{0,366 \cdot 40,85}{5} \cdot \left(\lg \left(\frac{2 \cdot 5}{0,016} \right) + \frac{1}{2} \cdot \lg \left(\frac{4 \cdot 3,25 + 5}{4 \cdot 3,25 - 5} \right) \right) = 8,89, \text{ Ом} \end{aligned}$$

Принимаем примерное число вертикальных заземлителей $n = 60$, при коэффициенте использования $\eta_в = 0,5$ (расположение вертикальных заземлите-

лей по контуру):

Сопротивление вертикальных электродов будет:

$$R_{з.в.э} = \frac{8,89}{60 \cdot 0,5} = 0,30, Ом$$

Определим сопротивление растекания горизонтального электрода из полосовой стали 40х4, приваренного к верхним концам вертикальных стержней. Коэффициент использования горизонтального электрода в контуре из стержней при числе их порядка 40 и отношении расстояния между стержнями к длине стержня $a/l = 1$ принимается равным 0,27. Сопротивление растеканию горизонтального электрода по формуле:

$$R_{з, в} = \frac{1}{\eta_e} \cdot \frac{0,366 \cdot \rho}{l} \lg \frac{2l^2}{b \cdot t}, Ом$$

$$R_{з.г.в} = \frac{1}{0,27} \cdot \frac{0,366 \cdot 136,18}{200} \lg \frac{2 \cdot 200^2}{0,4 \cdot 0,7} = 5,04, Ом$$

Полное сопротивление растеканию искусственного заземления:

$$R_z = \frac{0,3 \cdot 5,04}{0,3 + 5,04} = 0,28 Ом$$

Окончательно принимается 60 вертикальных стержней из круга диаметром 16 мм, соединённых горизонтальной полосой 40х4 мм.

5.2.2 Расчет молниезащиты

Здания и сооружения или их части в зависимости от назначения, интенсивной грозовой деятельности в районе местонахождения, ожидаемого количества поражений молнией в год должны защищаться в соответствии с категориями устройства молниезащиты и типом зоны защиты.

Защита от прямых ударов молнии осуществляется с помощью молниеотводов различных типов: стержневых, тросовых, сетчатых, комбинированных, сетчатых. Защитное действие молниеотвода основано, на свойстве молнии по-

ражать наиболее высокие и хорошо заземленные металлические сооружения. Благодаря этому защищаемое здание, более низкое по сравнению с молниеотводом по высоте, практически не будет поражаться молнией, если всеми своими частями оно будет входить в зону защиты молниеотвода.

Зоной защиты молниеотвода считается часть пространства вокруг молниеотвода, обеспечивающая защиту зданий и сооружений от прямых ударов молнии с определенной степенью надежности. Наименьшей и постоянной по величине степенью надежности обладает поверхность зоны защиты; по мере продвижения внутрь зоны надежность защиты увеличивается.

Производственные, жилые и общественные здания и сооружения в зависимости от их конструктивных характеристик, назначения и значимости, вероятности возникновения взрыва или пожара, технологических особенностей, а также от интенсивности грозовой деятельности в районе их местонахождения подразделяются на три категории по устройству молниезащиты: I — производственные здания и сооружения со взрывоопасными помещениями классов В-I и В-II по ПУЭ; II — другие здания и сооружения со взрывоопасными помещениями, не относимые к I категории; III — все остальные здания и сооружения.

Вероятность поражения молнией какого-либо объекта зависит от интенсивности грозовой деятельности в районе его расположения, высоты и площади объекта и некоторых других факторов и количественно оценивается ожидаемым числом поражений молнией в год.

Ожидаемое число поражений молнии в год зданий и сооружений прямоугольной формы, не оборудованных молниезащитой, определяется по формуле:

$$N = [(S + 6h) \cdot (L + 6h) - 7,7 \cdot h^2] n \cdot 10^{-6}$$

где h – наибольшая высота защищаемого оборудования, м;

S и L — соответственно ширина и длина защищаемой территории, м;

n - среднегодовое число ударов молнии в 1 км поверхности земли в месте расположения подстанции.

$$N = [(38 + 6 \cdot 7,5) \cdot (42 + 6 \cdot 7,5) - 7,7 \cdot 7,5^2] \cdot 5,5 \cdot 10^{-6} = 0,037$$

Проектируемая подстанция относится к III категории по устройству молниезащиты, зона Б.

Здания и сооружения, отнесённые к III категории должны защищаться от прямых ударов молнии и заноса высоких потенциалов через наземные коммуникации.

Защита от прямых ударов молнии должна выполняться отдельно стоящими или установленными на здании или на конструкциях стержневыми молниеотводами и путем наложения молниеприемной сетки на кровлю здания.

В качестве стержневых молниеотводов используем порталы для установки оборудования и два молниеотвода устанавливаем на крыше здания закрытого распределительного устройства.

Так как,
$$L \geq 5 \cdot h,$$
$$42 \geq 7,5 \cdot 5 = 37,5,$$

молниеотводы рассматриваем как одиночные.

Расчет молниезащиты зданий и сооружений заключается в определении границ зоны защиты молниеотводов, которая представляет собой пространство, защищаемое от прямых ударов молнии. Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода высотой $h < 150$ м представляет собой круговой конус, который в зависимости от типа зоны защиты характеризуется следующими габаритами:

Зона Б:

$$h_0 = 0,92 \cdot h, \text{ м};$$

$$r_0 = 1,5 \cdot h, \text{ м};$$

$$r_x = 1,5 \cdot (h - (h_x / 0,92)), \text{ м};$$

где: h_0 — вершина конуса зоны защиты, м;

h — высота одиночного молниеотвода, м;

r_0 — радиус основания конуса на уровне земли, м;

r_x — радиус горизонтального сечения зоны защиты на высоте h_x от уровня земли, м;

h_x — высота защищаемого объекта, м,

$$h_x = 7,5 \text{ м}.$$

Принимаем высоту одиночного молниеотвода $h = 18,5$ м.

$$h_0 = 0,92 \cdot 18,5 = 17,02 \text{ м};$$

$$r_0 = 1,5 \cdot 18,5 = 27,75 \text{ м};$$

$$r_x = 1,5 \cdot (18,5 - (7,5 / 0,92)) = 15,5 \text{ м}.$$

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода в плане графически изображается окружностью соответствующего радиуса. Центр окружности находится в точке установки молниеотвода.

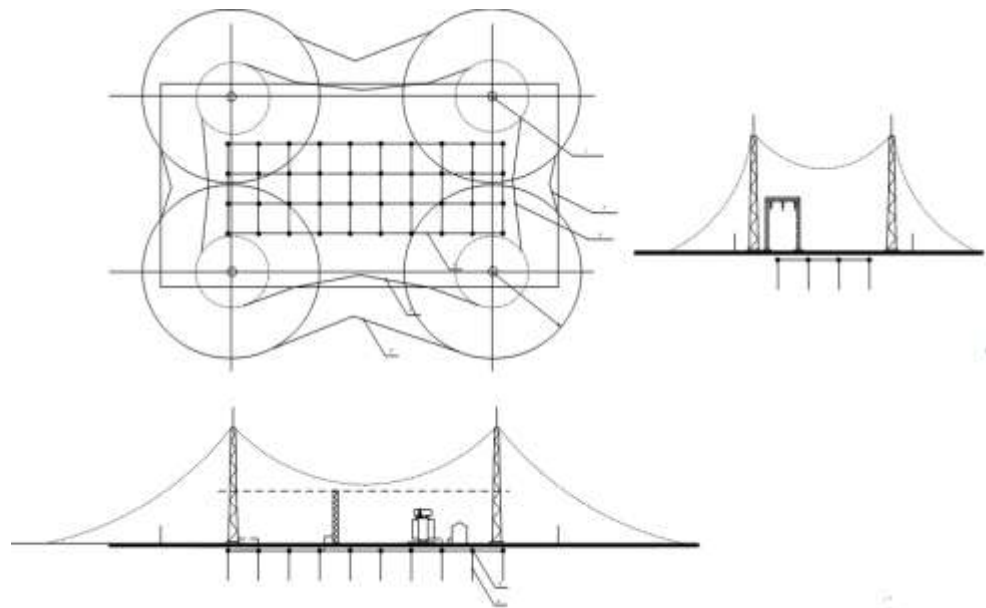


Рисунок 12 – Схема расположения молниеотводов и заземляющего устройства

5.3 Экологическая безопасность

Электроэнергетика оказывает заметное воздействие на окружающую природную среду, загрязняя атмосферу, землю, воду вредными выбросами дымовых газов и сточными водами электростанций, сброса большого количества теплоты, расходуя значительное количество водных и земельных ресурсов, подвергая биосферу неблагоприятному воздействию радиации, связанной с эксплуатацией атомных станций, электромагнитных полей линий электропередачи.

Для исключения влияния на окружающую среду возможных сбросов трансформаторного масла при авариях с масломполненным оборудованием на

подстанциях предусматриваются маслоприемники, аварийные маслостоки и закрытые маслосборники, в которые также могут поступать воды из маслоприемников содержащие следы масла. Вместе с тем необходимо отметить, что по своему устройству и режимам работы ВЛ и подстанций не могут привести к катастрофическим авариям, связанным с массовым поражением людей. Повреждения и аварии на подстанции, как правило, не распространяются за пределы их внешней ограды. Некоторую опасность могут представлять только пожары на подстанциях, связанные с авариями трансформаторов большой мощности. На подстанциях твердые отходы являются обрезки кабелей, а также вышедшие из строя оборудование, которое направляется на заводы для переработки, оставшееся отходы вывозятся на полигон твердых отходов.

Мероприятия по экологической безопасности регламентируются ГОСТ 17.1.3.13-86. «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений»[25], СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»[26] ГН 2.2.5.2308-07. «Ориентировочна безопасный уровень воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»[19].

Также для поддержания экологического равновесия в природе, проводятся мероприятия по озеленению территории предприятия близ прилегающих районов.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Статистика свидетельствует, что за последние 40 лет в мире в среднем в год происходит около 8 стихийных бедствий и от 9 до 23 аварий и катастроф, уносящих не менее 100 человеческих жизней.

Современное высокоразвитое индустриальное общество требует все большего усложнения технологии производства, что неизбежно ведет к росту

возможностей возникновения аварий и катастроф. Каждый год на территории России возникают сотни чрезвычайных ситуаций.

Чрезвычайная ситуация- это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Необходимо предупреждение чрезвычайных ситуаций - комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь в случае их возникновения.

Ликвидация чрезвычайных ситуаций - это аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций и направленные на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь, а также на локализацию зон чрезвычайных ситуаций, прекращение действия характерных для них опасных факторов.

Техногенные чрезвычайные ситуации:

1. Пожары, взрывы, внезапные выбросы газа.

Аварии на пожаро- и взрывоопасных объектах могут вызвать разрушения, нанести материальный ущерб, нарушить нормальный ход производственной деятельности предприятия.

В случае возгорания трансформатора опасность состоит в том, что баки трансформаторов наполнены маслом и при возгорании в любое время можно ожидать взрыва, а следовательно и поражения персонала ВЭС, находящегося на близком расстоянии от места взрыва.

2. Аварии с выбросом (сбросом) загрязняющих веществ, приводящие к экстремально высокому загрязнению окружающей среды.

При авариях возможно заражение территории и объектов ВЭС, а также поражения людей, степень и опасность заражения радиоактивными веществами и поражения людей будет зависеть от объемов и степени зараженности атмосферы РВ, направления и скорости ветра, удаление радиоактивного опасного объекта от ВЭС, времени года и суток, состояния погоды.

Природные чрезвычайные ситуации

1. Опасные геологические, стихийные, гидрометеорологические и другие природные явления:

- землетрясения 3 балла и более;
- сильные дожди и ливни - 50 мм осадков и более за 12 часов и менее;
- снегопад - 150 мм и более за 12 часов и менее;
- гололед и ветер - скорость при порывах 25 м/сек и более;
- отложение льда и снега на проводах ЛЭП - 20 мм и более;
- значительное понижение и резкие перепады температур воздуха.

Стихийные бедствия могут вызвать разрушения, нанести материальный ущерб, внезапно нарушить нормальную жизнедеятельность людей, а зачастую привести к безвозвратным потерям определенной их части.

В результате значительного понижения и резких перепадов температур воздуха в зимнее время возможны обрывы высоковольтных проводов, короткие замыкания, нарушения работы трансформаторов и распределительных устройств, в результате чего могут произойти отключения объектов, важных в обеспечении жизнедеятельности населения.

Последствием сильных ветров, ураганов и смерчей может стать обрыв проводов, разрушение опор линий высоких напряжений, различного масштаба короткие замыкания, в результате чего могут произойти пожары и даже взрывы.

Из-за паводковых вод или ливневых дождей может произойти подтопление участков линий электропередач, проходящих по поймам рек, отдельных

трансформаторных подстанций, расположенных в низких местах. В результате затоплений могут произойти просадки фундаментов ТП, нарушена устойчивость опор ЛЭП, образоваться промоины на дорогах, прерывающие или затрудняющие транспортное сообщение.

2. Природные лесные и торфяные пожары - крупные (25 Га и более) не контролируемые пожары на прилегающих к территории объекта энергетики площадях, а также на территории самого объекта.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях

1. Защита рабочих и служащих.

Надёжная работа предприятия в условиях военного времени неразрывно связана с защитой рабочих, служащих и членов их семей от оружия массового поражения, для обеспечения которой в мирное время проводятся следующие основные мероприятия:

- поддержание в постоянной готовности системы оповещения;
- обеспечения фонда убежищ на объекте для работников;
- поддержание в готовности защитных сооружений и организация обслуживания убежищ и укрытий;
- планирование и подготовка к рассредоточению и эвакуации в загородную зону производственного персонала и членов их семей;
- накопление, хранение и поддержание в готовности средств индивидуальной защиты;
- обучение рабочих и служащих способам защиты от ОМП и действия по сигналам оповещения ГО.

2. Повышение устойчивости инженерно-технического комплекса объекта к ударной волне.

Система электроснабжения является определяющей на промышленном предприятии. Повышение устойчивости этой системы достигается проведением как общегородских, так и объектных инженерно-технических мероприятий. При питании предприятия от энергосистемы линии электропередачи целесообразно прокладывать с двух направлений. При возможности питания от

двух источников электроэнергии, на случай выхода из строя основного необходимо предусматривать автономный (аварийный) источник электроэнергии.

Противопожарные мероприятия и пожарная защита

Пожарная безопасность ВЛ обеспечивается несгораемостью конструкций опор, их заземлением и автоматическим отключением ВЛ от токов короткого замыкания. Обработанные (пропитанные) в соответствии с требованиями нормативных документов деревянные конструкции по истечению сроков действия обработки (пропитки) и в случае потери огнезащитных свойств составов должны обрабатываться (пропитываться) повторно.

Маслоприемные устройства под трансформаторами и реакторами, маслоотводы должны содержаться в исправном состоянии для исключения при аварии растекания масла и попадания его в кабельные каналы и другие сооружения.

В пределах бортовых ограждений маслоприемника гравийная засыпка должна содержаться в чистом состоянии.

Не допускается прокладка воздушных линий электропередачи над горючими кровлями, навесами, а также открытыми складами горючих веществ, материалов и изделий.

Вдоль линий электропередачи, проходящих по населенной местности, устанавливаются охранные зоны, определяемые параллельными прямыми, отстоящими от крайних проводов линии на расстоянии:

для линий до 20 кВ включительно	10 м
для линий 35 кВ	15 м
для линий 110 кВ	20 м
для линий 150-220 кВ	25 м

При прохождении ВЛ по территории фруктовых садов с насаждением высотой не более 4м вырубка просек необязательна. Расстояние от крайних проводов ВЛ до кроны деревьев в парках, заповедниках и др. должна быть не

менее

2м для ВЛ напряжением до 20кВ

3м для ВЛ напряжением 35-110кВ

4м для ВЛ напряжением 150-220кВ.

Горизонтальные расстояния от крайних проводов ВЛЭП при наибольшем их отклонении до ближайших выступающих частей зданий и сооружений должны быть не менее:

Оставлять существующие и строить новые здания и сооружения под линиями электропередачи, за исключением несгораемых сооружений промышленных предприятий (насосных, закрытых распределительных устройств и т.п.) запрещается.

Трасса линий электропередачи должна периодически расчищаться от поросли деревьев и пр.

Предприятие, эксплуатирующее линию электропередачи, обязано поддерживать ширину просек в размере, установленном "Правилами охраны высоковольтных электрических сетей", а также вырубать отдельные деревья, угрожающие падением на провода ЛЭП, с последующим уведомлением об этом организации, в ведении которой находится данное насаждение.

При прохождении ЛЭП с деревянными опорами по местам, где возможны пожары, администрацией предприятия должны быть приняты противопожарные меры: уничтожение и очистка от травы и кустарника площадки радиусом 2м вокруг каждой опоры или применение железобетонных пасынков.

Пожары маслонаполненных трансформаторов возможны вследствие выброса масла и его паров при коротких замыканиях внутри трансформатора и несрабатывании газовой защиты.

Помещения щитов управления, помещения релейной защиты и автоматики по таблице "Категории производств взрывной, взрывопожарной и пожарной опасностей и степень огнестойкости зданий" относятся к "В" – категории производства и 4 степени огнестойкости.

Пожарная характеристика производственных зданий промышленных предприятий в зависимости от категории производств, размещенных в них, а именно, для помещений ЗРУ и ОПУ.

Согласно НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [33] указаны в таблице 39.

Таблица 39 – Перечень помещений и зданий энергетических объектов, с указанием категорий по взрывопожарной и пожарной безопасности

Наименование помещений	Условия производства, характеристика веществ и материалов в помещении	Категория помещения
Помещение щитов, пунктов управления(ЩЦУ, ГЩУ, БЩУ, МЩУ, ГРЩУ, ЦПУ, АПУ, ППУ, ОПУ и т.д.)	Щиты НКУ релейной защиты и автоматики, управления и регулирования. Трудногорючие материалы.	В4

Маслосборная яма вокруг трансформатора выполняется из сборных железобетонных плит ПН-2-1. Прямоок засыпается щебнем. В соответствии с ОН 1115-88.П. 12.1.7 на подстанции на напряжение 110 кВ с трансформаторами мощностью 2*63000кВА установлено устройство противопожарного водопровода и противопожарные резервуары.

Для предотвращения растекания масла и распространения пожара при повреждении трансформаторов выполняется сеть маслоотводов со сбросом масла в маслосборник, рассчитанный на задержание полного объема масла одного трансформатора с учетом воды на пожаротушение. Маслоотводы выполняются из металлических листов ГОСТ 1839-90, шириной 1.20 мм, длиной 2.54 м

Средства пожаротушения:

Для быстрой локализации очагов возгорания служат ручные огнетушители, которые широко применяются на подстанции. Типы огнетушителей: ГОСТ 12.4.009 - 75, СНиП II - 90 -81, согласно МЮ РФ 27.06.2003г., № 4838, устанавливаются в количестве:

- 1 огнетушитель порошковый ОП – 10,

- 2 огнетушитель порошковый ОП — 20;
- 2 углекислотно — бромэтиловый огнетушитель ОУБ — 7.

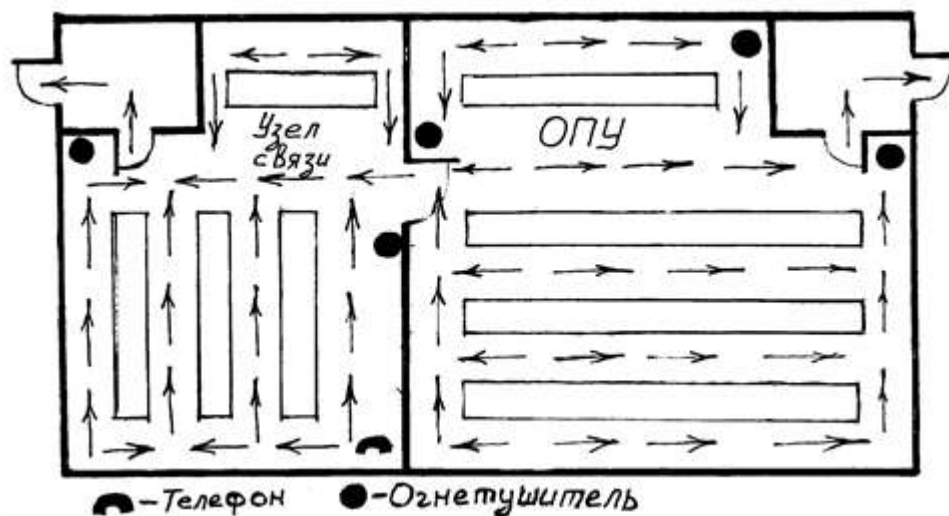


Рисунок 13 – План эвакуации

Мероприятия по пожарной профилактике:

- организационные: включают в себя противопожарный инструктаж рабочих и служащих, издание приказов по пожарной безопасности и т.д.;
- технические: - соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании помещений, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения и правильное размещение оборудования и включающий в себя план эвакуации при пожаре показанный на рисунке 17;
- мероприятия режимного характера: запрещение курения в неустановленных местах, производства огневых работ в помещении;
- технологического эксплуатационные: своевременные профилактические осмотры и испытания оборудования.

5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности проектируемой зоны

Под вредными условиями труда следует понимать присутствие на производстве таких факторов, которые наносят ущерб здоровью работников. То есть на рабочих местах не соблюдены определенные гигиенические требования, что

может оказывать отрицательное воздействие на дееспособность служащих, а также на здоровье их возможных детей.

Электромонтерам приходится часто выполнять различные операции, сопряженные с прямым риском здоровью (вредные условия труда). Такие сферы деятельности и специальности связаны с вредными условиями труда, указывается в Постановлении Правительства РФ от 29.03.2002 г. №188 «Об утверждении списков производств, профессий и должностей с вредными условиями труда, работа в которых дает право гражданам, занятым на работах с химическим оружием, на меры социальной поддержки», Федеральный закон РФ от 28.12.2013 г. №426-ФЗ «Об специальной оценке условий труда».

Люди, работающие на вредных производствах, обеспечиваются льготами и компенсациями, Трудовой кодекс РФ, ст. 165 «Случаи предоставления гарантий и компенсаций».

Компенсация за вредные условия труда и ее размер устанавливаются на основании статей Трудового кодекса, коллективного договора или иных внутренних документов предприятия.

Грамотная социальная политика - ключ к успеху предприятия, ведь эффективность работы напрямую зависит от эмоционального комфорта и позитивного настроения коллектива.

Максимальная безопасность производства и забота о благосостоянии сотрудников были и остаются основными составляющими социальных программ. Ежегодно на социальные программы ОАО «Омскэнерго» выделяет солидные средства. Сюда входит:

- организация санаторно-курортного лечения, оздоровление работников и их детей;
- оказание медицинских услуг;
- развитие корпоративного спорта и культурно-массовой деятельности;
- материальное поощрение работников к юбилеям и знаменательным датам;
- материальная помощь работникам, нуждающимся в дополнительной

социальной поддержке;

- единовременные компенсационные выплаты увольняющимся работникам в связи с выходом на пенсию;
- пенсионные социальные программы, предусматривающие досрочное оформление пенсии работникам;
- выплаты ежеквартальной материальной помощи для частичного покрытия расходов по квартплате, коммунальным услугам, приобретению угля на зимний период, а также единовременной материальной помощи на оплату медикаментов и т.д.

В организационные вопросы обеспечения безопасности труда входит разработка инструкций по работе и обслуживанию электрических аппаратов и оборудования. Проведение обучения работы с оборудованием и проверка знаний.

К самостоятельной работе допускаются лица прошедшие медицинское освидетельствование, курсовое обучения по теоретическим знаниям и практическим навыкам в работе в объёме программы, аттестацию квалификационной комиссии и инструктаж по охране труда на рабочем месте.

Первичный инструктаж рабочий получает на рабочем месте до начала производственной деятельности. Первичный инструктаж производит дежурный инженер. Повторный инструктаж электромонтер получает - ежеквартально. После первичного инструктажа в течение первых двух – пяти смен должен выполнять работу под наблюдением электромастера, либо наставника, после чего оформляется допуск к самостоятельной работе, который фиксируется датой и подписью инструктирующего и инструктируемого в журнале инструктажа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью реконструкции подстанции 110/35/6 кВ Оросительная филиала ОАО «Омскэнерго» является улучшение её функционирования и надежности электроснабжения.

В работе определяется расчетная нагрузка участка, проверяется число и мощность силовых трансформаторов, решается вопрос о замене устаревших масляных выключателей на более надежные и современные элегазовые.

Проведен расчет электрических нагрузок, расчет токов короткого замыкания и на его основе сделан выбор электрооборудования подстанции.

Реконструкция подстанции выполнена в следующем объеме: заменены масляные выключатели 110кВ, 35кВ, 6 кВ на элегазовые, разъединители, трансформаторы тока, трансформаторы напряжения. Все оборудование, вновь устанавливаемое и существующее, проверено на устойчивость при токах короткого замыкания. Проведен выбор релейной защиты подстанции.

В разделе финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, проведен расчет затрат на данный дипломный проект и расчеты приведенных затрат для установки на подстанции конденсаторных установок.

В разделе социальная ответственность рассмотрены опасные и вредные производственные факторы меры предотвращения этих вредных факторов. Проанализирована техника безопасности и рассчитано молниезащита подстанции. В производственной санитарии рассмотрены были микроклимат, шум и электромагнитные поля и их влияния на человеческий организм и нормы установленные СанПиНом. Рассмотрены вопросы пожарной безопасности проектируемой подстанции.

					ФЮРА. 130302.018 ПЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Ткаченко С.Д.						
Руковод.		Носов Г.В.					101	105
Реценз.						ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А12		
Консульт.								

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового проектирования: Учебное пособие для вузов. 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с: ил.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности электроустановок потребителей. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 424 с: ил.
3. Правила устройства электроустановок Минэнерго России. – 6-е. изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2003. – 342 с: ил.
4. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. Учебник для техникумов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.
5. Кокаревич Г.П. Пробой в вакууме и газе при пониженном давлении. Учебное пособие. – Томск: изд. ТПУ, 1994. – 116 с.
6. Разгильдеев Г.И., Курехин В.В. Эксплуатация вакуумных выключателей. М.: Недра, 1999.
7. Гук Ю.В. Теория надёжности в электроэнергетике: Учебное пособие для вузов. – СПб. Энергоатомиздат 1997.
8. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехов М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД: М. Издательство стандартов 1989.
9. Дорошев К.И. Комплектные распределительные устройства 6-35 кВ. – М. Энергоиздат 2003.
10. Чунихин А.А. Электрические аппараты высокого напряжения. Выключатели. Том 2. – М. 2002.
11. Егазин В.И. Расчёт защитного заземления. – Томск: изд. ТПУ, 1998. – 356с.

					ФЮРА. 130302.018 ПЗ							
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								
Разраб.		Ткаченко С.Д.			СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ				Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Носов Г.В.									102	105
Реценз.									ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А12			
Консульт.												

12. Дашковский А.Г. Вопросы охраны труда. Учебное пособие. – Томск: изд. ТПУ, 2002. – 192 с.
13. Князевский Б.А. Охрана труда в электроустановках. – М., Энергоатомиздат. 1983. – 336 с.
14. Шабад М.А. Расчёт релейной защиты и автоматики. – Л., Энергоатомиздат, 1985. – 296 с.
15. Рокотян С.С., Шапиро И.М. Справочник по проектированию электрических систем. – М., Энергия, 1971. – 247 с.
16. Идельчик В. И. Электрические системы и сети: Учебник для ВУЗов.- М. Энергоатомиздат, 1989г.-252с.
17. Фабисович Д.Л. Справочник по проектированию электрических сетей – М. :Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. – 352 с
18. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования / под ред. Б.Н. Неклепаева. - М.: Изд. НЦ ЭНАС, 2002. - 152 с.
19. ГН 2.2.5.2308 – 07. «Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».
20. ГОСТ 12.1.003 – 83. «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».
21. ГОСТ Р 12.1.019-2009 «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты ».
22. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. «Средства и методы защиты от шума. Классификация».
23. ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов».
24. ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ. «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».
25. ГОСТ 17.1.3.13–86. «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений».

26. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».

27. СанПиН 2.2.4.548 – 96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

28. СанПиН 2.2.4.1191–03. «Электромагнитные поля в производственных условиях».

29. СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

30. СН 2.2.4/2.1.8.566. «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.» – М.: Минздрав России, 1997.

31. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки».

32. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение».

33. НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»