

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
Разработка мероприятий по регулированию напряжения в Когалымских электрических сетях ОАО «Тюменьэнерго»

УДК 621.311.1.07(571.122)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A12	Кузнецова Елизавета Владимировна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭСиЭ	Колчанова В. А.	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. доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

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>

Институт Электронного обучения
 Специальность 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
 Кафедра Электрических сетей и электротехники

Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата)

Прохоров А.В.
(Ф.И.О.)

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-5А12	Кузнецовой Елизавете Владимировне

Тема работы:

Разработка мероприятий по регулированию напряжения в Когалымских электрических сетях ОАО «Тюменьэнерго»

Утверждена приказом директора (дата, номер)

12.02.2016 г. № 1026/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	схема Когалымских электрических сетей, параметры оборудования, параметры нагрузок подстанций, значения мощностей нагрузочных узлов.
--	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	– описание объекта исследования; – общие принципы регулирования напряжения; – создание расчетной модели Когалымских электрических сетей; – анализ эффективности мероприятий по регулированию напряжения – дополнительные мероприятия по регулированию напряжений на подстанциях; – технико-экономические расчёты; – производственная и экологическая безопасность.
Перечень графического материала	– схема Когалымских электрических сетей; – 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	Колчанова В. А.	К. Т. Н. доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A12	Кузнецова Елизавета Владимировна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A12	Кузнецовой Елизавете Владимировне

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 ИР	Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР
2.Составление бюджета исследования	Расчет затрат на исследование
3.Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР	Анализ эффективности мероприятий по регулированию напряжения на подстанциях

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Этапы и график разработки и внедрения ИР

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	Кузнецова Елизавета Владимировна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A12	Кузнецовой Елизавете Владимировне

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

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, СН2.2.4/2.1.8.566, СН2.2.4/2.1.8.562-96, СП52.13330.2011, 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 напряжения, 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. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности - механические опасности (источники, средства защиты); - термические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	1 Вращающиеся части электрических машин (электродвигатели, генераторы должны быть оборудованы защитными кожухами); 2 работа на высоте (ремонт электрооборудования с приставных лестниц и подъемных машин должен производиться с использованием защитного пояса и каски); 3 Ожог электрической дугой (работы в РУ проводить с применением защитных средств и только на отключенных и заземленных токоведущих частях); 4 электрическим током (работы связанные с электрическим током проводить строго по Межотраслевым правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок РД 153-34.0-03.150-00); 5 Пожаровзрывобезопасность (короткое замыкание в РУ, ежедневный осмотр электрооборудования и регулярное техническое обслуживание, огнетушители ОУ и ОП, песок).
3. Экологическая безопасность: - защита селитебной зоны - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	- На предприятии имеется шлакоотстойник для нефтяного шлама, образующегося от очистки емкостей для хранения мазута; - при образовании отходов таких, как промышленных масел, они собираются в герметичные емкости, исключая попадание искры и открытого огня; - новые люминесцентные лампы должны храниться в заводской упаковке на складе и выдаваться электромонтеру с разрешения старшего мастера, а сгоревшие необходимо хранить на складе в контейнере. Помещение склада должно быть удалено от бытовых помещений. Разбитые ртуть содержащие лампы должны храниться в специальном контейнере с плотной крышкой, дно и стенки контейнера должны быть выставлены изоляционным материалом (полиэтилен).
4. 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;	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;

– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	- 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.
5. 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	
---	--

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	Кузнецова Елизавета Владимировна		

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 исследований по регулированию напряжения в Когалымских электрических сетях ОАО «Тюменьэнерго»	
	Введение. Анализ исходных данных Когалымских электрических сетей.	
	Общие принципы регулирования напряжения. Создание расчетной модели Когалымских электрических сетей;	
	Анализ эффективности мероприятий по регулированию напряжения. Дополнительные мероприятия по регулированию напряжений на подстанциях.	
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
	Социальная ответственность	
	Заключение. Список использованных источников.	
	Выполненная работа	

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

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

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 99 страниц, 12 рисунков, 20 таблиц, 33 источника, 3 приложения.

Ключевые слова: режим энергосистемы, расчет режимов, надежность энергосистем, резерв генерирующей мощности, надежность питания узла нагрузки, регулирование под нагрузкой, степени свободы.

Объектом исследования является Когалымский энергоузел Тюменской области ОАО «Тюменьэнерго».

Цель исследования – разработка мероприятий по регулированию напряжения на подстанциях Когалымского энергоузла.

В результате проведенного исследования было выявлено падение напряжения каждой подстанции, и определены меры по регулированию напряжения на них. Что приведет к улучшению электроснабжения, повысит надежность 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. 130302.010 ПЗ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	РЕФЕРАТ			Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Кузнецова Е. В.									
Руковод.		Колчанова В.А.								12	99
Реценз.								ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А12			
Консульт.											

СОКРАЩЕНИЯ

ЭЭС – электроэнергетическая система

ВЛ – воздушная линия

ПС – подстанция

ВН – высокое напряжение

НН – низкое напряжение

КЗ – короткое замыкание

РПН – регулировка под напряжением

КУ – компенсирующие устройства

КБ – конденсаторные батареи

ПБВ – переключение без возбуждения

ПУЭ – правила устройства электроустановок

ФЗП – фонд заработной платы

СанПиН – санитарно-эпидемиологические правила и нормативы

					ФЮРА. 130302.010 ПЗ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	СОКРАЩЕНИЯ			Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Кузнецова Е. В.									
Руковод.		Колчанова В.А.								13	99
Реценз.								ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А12			
Консульт.											

СОДЕРЖАНИЕ

	стр
ВВЕДЕНИЕ	16
1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ КАК ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ	17
1.1 Общие сведения о предприятии «Тюменьэнерго»	17
1.2 Характеристика электрической схемы Когалымских электрических сетей	18
1.3 Данные нагрузок подстанций Когалымского энергоузла	25
2 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	27
2.1 Общие принципы регулирования напряжения	27
2.1.1 Регулирование напряжения изменением реактивной мощности	29
2.1.2 Регулирование напряжения изменением коэффициента трансформации трансформатора	30
2.2 Создание расчетной модели Когалымского энергоузла	35
2.3 Анализ эффективности мероприятий по регулированию напряжения	39
2.3.1 Расчет установившихся режимов	39
2.3.2 Расчет режима максимальных и минимальных нагрузок	41
2.4 Дополнительные меры по регулированию напряжений на ПС	47

					ФЮРА. 130302.010 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Кузнецова Е. В.			СОКРАЩЕНИЯ		Лит.	Лист
Руковод.		Колчанова В.А.						Листов
Реценз.							14	99
Консульт.							ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А12	

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	49
4.1 Планирование работ по проектированию и определение тру- доемкости	49
4.2 Расчет затрат на проектирование	52
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	56
5.1 Анализ вредных факторов	56
5.2 Анализ опасных факторов	64
5.2.1 Пример расчета защитного заземления на подстанциях энергоузла	70
5.2.2 Пример расчет молниезащиты подстанции энергоузла	76
5.3 Экологическая безопасность	79
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	80
5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безо- пасности проектируемой зоны	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	90
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	91
ПРИЛОЖЕНИЕ А	94
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	96
ПРИЛОЖЕНИЕ В	98

ВВЕДЕНИЕ

Напряжение – важнейший показатель режима электроэнергетической системы (ЭЭС), непосредственно влияющий на качество электрической энергии, надежность электроснабжения потребителей и экономичность работы ЭЭС. Для обеспечения допустимости напряжения на шинах нагрузки требованиям по качеству электроэнергии, а в прочих узлах сети – техническим ограничением применяются различные методы регулирования напряжения.

Регулирование напряжения – процесс изменения уровней напряжения в характерных точках ЭЭС с помощью специальных технических средств, называемых регулируемыми устройствами. Выбор тех или иных методов и средств регулирования напряжения зависит от особенностей схемы электрической сети, состава оборудования, характера изменения нагрузки потребителей.

Целью выпускной квалификационной работы разработка мероприятий по регулированию напряжения на подстанциях Когалымского энергоузла Тюменской области ОАО «Тюменьэнерго».

					ФЮРА. 130302.010 ПЗ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВВЕДЕНИЕ			Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Кузнецова Е. В.									
Руковод.		Колчанова В.А.								16	99
Реценз.								ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А12			
Консульт.											

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ КАК ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Общие сведения о предприятии «Тюменьэнерго»

Одна из крупнейших энергосистем России – Тюменская – образована по приказу №60 Минэнерго СССР от 3 мая 1979 года на базе расположенных в Тюменской области энергетических предприятий РЭУ «Свердловэнерго».

С 1 января 1980 года «Тюменьэнерго» стало полностью самостоятельным. Тюменская энергосистема развивалась для обеспечения электроэнергией нефтяной и газовой промышленности Западно-Сибирского нефтегазового комплекса. Сегодня ОАО «Тюменьэнерго» обеспечивает централизованное электроснабжение на территории более 1 млн.кв.км. В составе акционерного общества 21 предприятие. Семь станций имеют суммарную установленную мощность 10421 МВт и вырабатывают около 60 млрд. кВт*ч в год. Одна из них - Сургутская ГРЭС-2 - является крупнейшей тепловой электростанцией в мире. Электроэнергия вырабатывается за счет использования в качестве топлива природного и попутного нефтяного газа. 12 предприятий электрических сетей передают электроэнергию по линиям электропередачи всех уровней напряжений по трассам суммарной протяженностью 58937 км. Тюменские тепловые сети снабжают тепловой энергией жителей Тюмени.

На предприятиях, входящих в состав «Тюменьэнерго», трудится 18 тысяч человек. Благодаря наличию мощных, обеспеченных топливом электростанций энергосистемы ОАО «Тюменьэнерго» занимает 1 место по объемам поставки электроэнергии на Федеральный оптовый рынок электроэнергии и мощности (ФОРЭМ).

					ФЮРА. 130302.010 ПЗ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ ЭЛЕКТРИЧЕ- СКИХ СЕТЕЙ КАК ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ			Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Кузнецова Е. В.									
Руковод.		Колчанова В.А.							17	99	
Реценз.								ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А12			
Консульт.											

Однако, несмотря на очевидные достижения, в последние годы в условиях роста энергопотребления Тюменская энергосистема начала сталкиваться с определенными трудностями. Так на выездном заседании Штаба по надежности ЕЭС и совещании по вопросам развития Тюменской энергосистемы, состоявшемся в феврале 2006 года в г. Сургуте отмечалось, что в последние несколько лет на территории Тюменской энергосистемы наблюдалось значительное увеличение темпов роста электропотребления – ежегодный прирост составлял 5-9 проц., или от 550 МВт до 700 МВт по мощности.

Максимум энергопотребления января 2006г. составил 10068 МВт, таким образом, превысив максимум 1991г. на 1325 МВт. В некоторых районах Тюменской энергосистемы загрузки линий электропередачи достигли предельных значений. При этом уже в настоящее время при ремонтах крупного генерирующего оборудования электростанций потребляемая мощность превышает генерируемую – энергосистема Тюменской области из избыточной становится дефицитной.

Для обеспечения потребностей развивающихся высокими темпами предприятий нефтегазового комплекса, расположенных на территории Тюменской энергосистемы, должна быть реализована программа ввода новых и технического перевооружения действующих генерирующих мощностей, а также программа развития электрических сетей.

1.2 Характеристика электрической схемы Когалымских электрических сетей

Когалымские электрические сети (КЭС) в энергосистеме «Тюмень-энерго» являются, наряду с другими аналогичными предприятиями, электросетевым предприятием, осуществляющим функции по передаче и распределению электрической энергии и выполняющим эксплуатацию и оперативное обслуживание, согласно своему назначению, линий электропередач и трансформаторных подстанций напряжением 110 кВ. Данное предприятие

обеспечивает электроснабжение нефтепромышленных, городских, коммунально-бытовых потребителей. Предприятие обслуживает более 1500 км линий электропередач 110 кВ, 44 подстанции (п/ст) общей мощностью 795 МВт. Схема электрических соединений КЭС представлена на рисунке 1.

Все подстанции имеют: двух цепное питание, устройства регулирования под нагрузкой (РПН), телесигнализацию и телеконтроль. В состав КЭС входят Когалымский район подстанций (КРПС) и Урьевский район электрических сетей (УРЭС).

Типы трансформирующих устройств, используемых в КЭС представлены в таблице 1, а характеристики линий электропередач - в таблице 2.

Таблица 1 – Типы трансформирующих устройств

Оборудование	Устройства регулирования напряжения		Кол-во, шт
	РПН (ВН)	ПБВ (СН)	
ТДТН-40000/110/35	$\pm 9 \times 1,78\%$	$\pm 2 \times 2,5\%$	4
ТДТН-40000/110/35	$\pm 9 \times 1,78\%$	$\pm 2 \times 2,5\%$	4
ТДТН-25000/110/35	$\pm 9 \times 1,78\%$	$\pm 2 \times 2,5\%$	28
ТДТН-16000/110/35	$\pm 9 \times 1,78\%$	$\pm 2 \times 2,5\%$	2
ТДТН-16000/110/35	$\pm 9 \times 1,78\%$	$\pm 2 \times 2,5\%$	2
ТДТН-10000/110/35	$\pm 9 \times 1,78\%$	$\pm 2 \times 2,5\%$	2
ТДТН-6300/110/35	$\pm 9 \times 1,78\%$	$\pm 2 \times 2,5\%$	1
ТРДН-40000/110	$\pm 9 \times 1,78\%$	-	4
ТДН- 10000/110	$\pm 9 \times 1,78\%$	-	2

Основными питающими источниками являются шины п/ст 220/110/10(6) кВ Федеральной сетевой компании: "Кирилловская", "Когалым", "Прогресс", "Урьевская" через которые идет основной транзит мощности предприятия. КЭС по сети 110 кВ имеет еще две реверсивные связи с соседним энергопредприятием (Сургутские электрические сети). Таким образом, по рассматриваемой сети осуществляется передача электроэнергии не только собственным потребителям, но и смежную энергосистему.

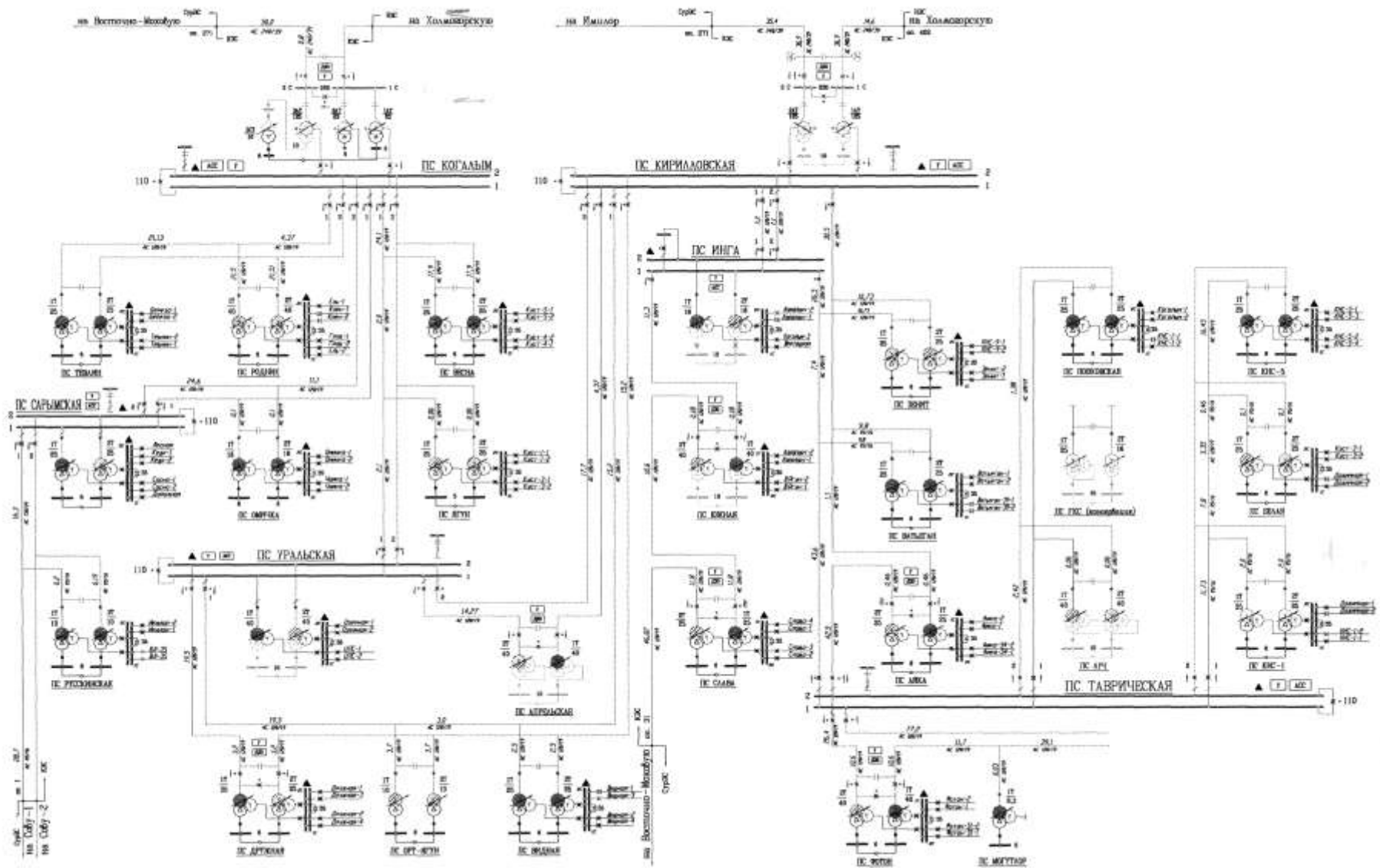


Рисунок 1– Принципиальная схема электрических соединений КЭС

Наименование линии, участка	Начало	Конец	Кол-во цепей	Длина в км	Марка провода	Каталожные данные провода			Расчетные данные провода		
						R ₀ Ом/км	X ₀ Ом/км	B ₀ · 10 ⁶ См/км	R Ом	X Ом	B · 10 ⁶ См
ВЛ-110 "Когалым - Сарымская"											
ПС "Когалым" - ПС "Омичка"	77	78	2	11,1	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	1,382	2,370	14,763
Отп. на ПС "Омичка"	78	79	2	од	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	0,012	0,021	0,133
ПС "Омичка" - ПС "Сарымская"	78	83	2	24,6	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	3,063	5,252	32,718
ВЛ-110 "Когалым - Тевлин"											
ПС "Когалым"- ПС "Родник"	77	88	2	4,37	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	0,544	0,933	5,812
Отп. на ПС "Родник"	88	89	2	21,51	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	2,678	4,592	28,608
ПС "Родник"- ПС "Тевлин"	88	93	2	21,13	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	2,631	4,511	28,103
ВЛ-110 кВ "Когалым - Уральская"											
ПС "Когалым" - ПС "Весна"	77	72	2	24,1	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	3,000	5,145	32,053
Отп. на ПС "Весна"	72	73	2	17,9	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	2,229	3,822	23,807
ПС "Весна" - ПС "Ягун"	72	67	2	2	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	0,249	0,427	2,660
Отп. на ПС "Ягун"	67	68	2	0,06	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	0,007	0,013	0,080
ПС "Ягун" - ПС "Уральская"	67	60	2	2,1	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	0,261	0,448	2,793

Наименование линии, участка	Начало	Конец	Кол-во цепей	Длина в км	Марка провода	Каталожные данные провода			Расчетные данные провода		
						R ₀ Ом/км	X ₀ Ом/км	B ₀ · 10 ⁶ См/км	R Ом	X Ом	B · 10 ⁶ См
ВЛ- 110 кВ "Кирилловская - Уральская- 1 "											
ПС "Кирилловская" - ПС "Видная"	4	47	1	15,2	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	3,785	6,490	40,432
Отп. на ПС "Видная"	47	48	1	2,5	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	0,623	1,068	6,650
ПС "Видная" - ПС "Орт- Ягун"	47	52	1	3	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	0,747	1,281	7,980
Отп. на ПС "Орт-Ягун"	52	53	1	3,7	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	0,921	1,580	9,842
ПС "Орт-Ягун" - ПС "Уральская"	52	52	1	19,5	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	4,856	8,327	51,870
ВЛ-1 10 кВ "Кирилловская - Уральская-2"											
ПС "Кирилловская" - ПС " Ураль- ская"	4	60	1	17,7	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	4,407	7,558	47,082
ВЛ-110 кВ "Уральская - Дружная"											
ПС "Уральская" - ПС "Дружная"	60	51	1	19,5	АС- 120/19	0,249	0,427	2,66	4,856	8,327	51,870
Отп. на ПС "Дружная"	52	56	1	3,2	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	0,797	1,366	8,512
ВЛ-110 кВ "Кирилловская - Апрельская"											
ПС "Кирилловская" - ПС "Апрель- ская"	4	64	1	4,37	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	1,088	1,866	11,624
ВЛ-1 10 кВ "Уральская - Апрельская"											
ПС "Уральская" - ПС "Апрельская"	60	64	1	14,27	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	3,553	6,093	37,958

Наименование линии, участка	Начало	Конец	Кол-во цепей	Длина в км	Марка провода	Каталожные данные провода			Расчетные данные провода		
						R_0 Ом/км	X_0 Ом/км	$B_0 \cdot 10^6$ См/км	R Ом	X Ом	$B \cdot 10^6$ См
ВЛ-110 кВ "Кирилловская - Инга"											
ПС "Кирилловская" - ПС "Инга"	4	5	2	7,2	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	0,896	1,537	9,576
ВЛ-1 10 кВ "Инга - Таврическая"											
ПС "Инга" - ПС "Зенит"	5	9	1	26,4	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	6,574	11,273	70,224
Отп. на ПС "Зенит"	9	10	1	10,7	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	2,664	4,569	28,462
ПС "Зенит" - ПС "Вать-Еган"	9	14	1	7,4	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	1,843	3,160	19,684
Отп. на ПС "Вать-Еган"	14	15	1	9,8	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	2,440	4,185	26,068
ПС "Вать-Еган" - ПС "Таврическая"	14	25	1	43,5	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	10,832	18,575	115,710
ВЛ-110 кВ "Кирилловская - Айка"											
ПС "Кирилловская" - ПС "Зенит"	4	9	1	36,5	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	9,089	15,586	97,090
Отп. на ПС "Зенит"	9	10	1	10,7	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	2,664	4,569	28,462
ПС "Зенит" - ПС "Вать-Еган"	9	14	1	7,4	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	1,843	3,160	19,684
Отп. на ПС "Вать-Еган"	14	15	1	9,8	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	2,440	4,185	26,068
ПС "Вать-Еган" - ПС "Айка"	14	19	1	1Д	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	0,274	0,470	2,926
Отп. на ПС "Айка"	19	20	1	0,46	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	0,115	0,196	1,224

Наименование линии, участка	Начало	Конец	Кол-во цепей	Длина в км	Марка провода	Каталожные данные провода			Расчетные данные провода		
						R ₀ Ом/км	X ₀ Ом/км	B ₀ ·10 ⁶ См/км	R Ом	X Ом	B ·10 ⁶ См
ВЛ-110 кВ "Таврическая - Айка"											
ПС "Таврическая" - ПС "Айка"	19	25	1	42,2	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	10,508	18,019	112,252
Отп. на ПС "Айка"	19	20	1	0,46	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	0,115	0,196	1,224
ВЛ-110 кВ "Таврическая - КНС-5"											
ПС "Таврическая" - ПС "КНС-1"	25	33	2	12	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	1,494	2,562	15,960
Отп.наПС"КНС-Г	33	34	2	2	АС- 120/19	0,249	0,427	2,66	0,249	0,427	2,660
ПС "КНС- Г -ПС "Белая"	33	38	2	11,6	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	1,444	2,477	15,428
Отп. на ПС "Белая"	38	39	2	од	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	0,012	0,021	0,133
ПС "Белая" - ПС "КНС-5"	38	43	2	16,9	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	2,104	3,608	22,477
ВЛ-110 кВ "Таврическая - Повховская"											
ПС "Таврическая" - ПС "Луч"	25	26	2	2,42	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	0,301	0,517	3,219
Отп. на ПС "Луч"	26	27	2	0,06	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	0,007	0,013	0,080
ПС "Луч" - ПС "Повховская"	26	29	2	1,38	АС-120/19	0,249	0,427	2,66	0,172	0,295	1,835

1.3 Данные нагрузок подстанций Когалымского энергоузла

Нагрузки п/ст взяты с ежегодных системных замеров; максимальные за 18.00.ч. 21.12.05г., минимальные за 01.00.ч. 15.06.05г. (таблица 3)

Таблица 3 – Нагрузки п/ст

П/ст	U,кВ	№ узла	Максимальная нагрузка		Минимальная нагрузка	
			P,МВт	Q, МВАр	P, МВт	Q, Мвар
Инга	35	7	6,7	2,6	2,5	0,5
	10	8	8,9	2,9	2,2	1,7
Зенит	35	12	16,9	8,2	15,8	9,6
	6	13	13,4	4,5	11,0	0,0
Вать-Еган	35	17	15,6	7,7	13,6	5,9
	6	18	10,6	5,6	9,6	5,0
Айка	35	22	11	3,1	9	3,7
	6	23	4,9	2,0	1,4	0,6
Луч	10	28	12,1	-1,6	0,2	0,2
Повховская	35	31	10,8	4,1	8,0	2,8
	6	32	5,2	-1,2	4,6	-1,7
КНС-1	35	36	6,2	2,7	5,0	2,1
	6	37	8,5	4,6	7,1	4,6
Белая	35	41	17,0	5,1	14,6	9,3
	6	42	7,0	4,5	5,9	3,8
КНС-5	35	45	3,5	2,0	4,3	3,6
	6	46	6,9	2,4	4,9	1,6
Видная	35	51	6,7	1,6	2,4	1,4
	6	50	3,8	1,7	3,1	1,5
Орт-Ягун	6	54	2,03	0,78	1,8	1,6
Дружная	35	59	11,9	5,9	13,1	7,7
	6	58	8,8	3,3	8,3	2,5
Уральская	35	63	12,2	4,7	9,0	4,5
	10	62	18,8	-3,3	0,1	0,1
Апрельская	10	66	8,9	0,5	8,2	-0,2
Ягун	35	70	12,1	5,1	10,2	4,7
	6	71	11,9	5,8	10,9	5,5
Весна	35	75	25,9	14,9	24,7	16,0
	6	76	6,2	0,9	6,8	1,4
Омичка	35	81	25,0	6,5	12,7	7,1
	6	82	0,0	0,0	0,0	0,0

П/ст	U,кВ	№ узла	Максимальная нагрузка		Минимальная нагрузка	
			<i>P</i> ,МВт	<i>Q</i> , МВАр	<i>P</i> , МВт	<i>Q</i> , Мвар
Сарымская	35	87	29	11,7	21,1	8,8
	6	86	1,4	-1,5	1,1	-0,2
Родник	35	91	23,2	10,0	29,6	11,8
	6	92	11,0	8,4	9,9	2,0
Тевлин	35	96	21,1	8,8	20,5	7,0
	6	95	6,0	1,8	5,6	0,6

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью ВКР является разработка мероприятий по регулированию напряжения в Когалымских электрических сетях ОАО «Тюменьэнерго». Регулированию напряжения осуществляется с помощью РПН, которые установлены на трансформаторах подстанций. Для этого осуществлен анализ Когалымского энергоузла и определены падения напряжения на каждом участке. После анализа, выбраны отпайки РПН на каждой подстанции для двух режимов: максимального и минимального.

В этом разделе рассматривается смета затрат на проектирование ВКР. Определены все затраты и затраты на данный проект.

4.1 Планирование работ по проектированию и определение трудоемкости

Для расчета основной заработной платы сотрудников составляем график выполнения работ таблица 8.

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

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

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

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

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

					ФЮРА. 130302.010 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Кузнецова Е. В.			ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	Лит.	Лист
Руковод.							Листов
Реценз.						49	99
Консульт.		Бородин Ю. В.				ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А12	

t_{max} – самая длительная продолжительность работы.

Таблица 8 – Описание графика выполнения работ

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

Таблица 9 – 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	2	3	4	3														
		Инженер																		
4-5	Ввод исходной информации в базу данных	Ведущий инженер	3	4	5	4														
		Инженер																		
5-6	Составление Графа Коголымских сетей		3	5	6	5														
		Инженер																		
6-7	Определения напряжений в узлах энергосистемы	Руководитель	2	3	4	3														
		Инженер																		
7-8	Выбор отпаяк РПН на каждой подстанции		4	5	6	5														
8-9	Доработка	Руководитель	2	3	4	3														
		Ведущий инженер																		
		Инженер																		
9-10	Выводы и предложения по проделанной работе	Руководитель	3	4	6	4														
		Инженер																		
10-11	Оформление отчета по проделанной работе	Ведущий инженер	26	28	30	28														
		Инженер																		
11-12	Выполнение графической части		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

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.

Материальные затраты включают в себя:

расходные материалы (бумага, картриджи для принтера, плоттера, ручки, изготовление слайдов), сведенные в приведенную ниже таблицу 10.

Таблица 10 – 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		И _м =1100	

2. Расчет заработной платы.

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

где: З – 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

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

Расчет для инженера

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

Расчет для ведущего инженера

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

Сводим расчеты в таблицу 11

Таблица 11 – 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 $ФЗП = \sum ЗП_{исп.}$

$ФЗП = 203649 \text{ р.}$

3. Размер отчислений на социальные нужды составляет 30% от ФЗП.

Сумма начислений в социальные фонды 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_n - количество дней использования оборудования;

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

Таблица 12 – Амортизационные отчисления

Наименование	Количество	$\Phi_{\text{п, р}}$	$H_{\text{а, \%}}$	$T_{\text{идней}}$	$I_{\text{амр}}$
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 $I_{\text{ам}} = 2315$ 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.

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

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.

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

Себестоимость проекта:

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

Принимаем рентабельность 20%, прибыль:

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

Стоимость проекта:

$$C_{\text{п}} = P_{\text{б}} + \sum I_{\text{проекта}} = 140455 + 702275 = 842730 \text{ руб}$$

Смета затрат представлена в таблице 13

Таблица 13 – 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	$P_б$	140455
Стоимость проекта	C_n	842730

В настоящей работе была проведена разработка и анализ эффективности мероприятий по регулированию напряжения на подстанциях Когалымского энергоузла. Были рассчитаны и проанализированы режимы максимальных и минимальных нагрузок на нулевых отпайках РПН трансформатора, в ходе чего выявлен низкий уровень напряжения на подстанциях Тегульдет, Зырянская, Турунтаево, Семилужки, Малиновка, поэтому было принято решение об установке компенсирующих устройств на данные подстанции. После проведения регулирования напряжения с помощью РПН ввели режим в допустимую область. В связи с нерабочим состоянием большинства РПН на подстанциях провели анализ по установленным отпайкам и выбрали средние отпайки. В результате данных мероприятий на подстанциях Вать-Еган, Айка, Таврическая, КНС-1, Белая, КНС-5 т напряжения стали по нормам допустимые.

В результате расчета надежности энергосистемы был выявлен дефицит мощности в энергосистеме и предложен возможный вариант его покрытия.

Также рассчитаны показатели надежности питания узла нагрузки и определена величина недоотпуска электроэнергии потребителям на примере подстанции Айка. Полученный в итоге индекс надежности питания нагрузки выше нормативного значения $\Pi=0,999$. Это говорит о том, что спроектированная сеть обеспечивает достаточную надежность.

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 работы, рассмотрены вопросы социальной ответственности оперативно-ремонтного персонала в Когалымских электрических сетях ОАО «Тюменьэнерго».

Когалымский энергоузел является энергетически важным объектом.

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. 130302.010 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Кузнецова Е. В.			СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	Лит.	Лист	Листов
Руковод.							56	99
Реценз.						ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А12		
Консульт.		Коришнова Л. А.						

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 14, при этом изменения температуры воздуха в течение смены не должны превышать 2°C и выходить за пределы величин, указанных в таблице 15.

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 14 – 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 15 - 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 15 [27]

Таблица 15 - 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 УП; 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 16 – 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 17 – 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 18 – 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 19 — 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.

Подстанции в энергоузле выполнены 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.

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 автокранов.

Для безопасности ведения работ все разъединители имеют стационар-

ные 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

В электроустановках напряжением выше 1000 В разъединителей, отделителей, выключателей нагрузки могут имеется ручные, пружинные и механические приводы. На приводах и устройствах, передающих механическую энергию: маховики, шкивы, ремни, шатуны, муфты, кулачки, шпиндели, цепи, кривошип, шестерни и др. Опасности в точках монтажа зависят от типа действий

механизмов и инструмента, технологического оборудования: резка, пробивка (удар), срезание, гибка.

Режущее действие создает опасность, так как в точке операции могут быть повреждены пальцы, руки или голова. Срезывающее действие создает опасность в точке операции, где материал вставляется, удерживается, а затем вынимается. Типичными примерами машин и механизмов, используемых для подобных операций, могут служить механические, гидравлические или пневматические приводы.

Сгибающее действие создает опасность там, где материал вставляется, удерживается и затем вынимается. Оборудование, использующее сгибающее действие, включает прессы с механическим, пневматическим, гидравлическим приводами и станки для сгибания труб.

Существует три основных типа движения: вращательное, возвратно-поступательное и поперечное.

Меры предотвращения механических травм при работе на подстанции:

- у разъединителей, отделителей, выключателей нагрузки ручные приводы в отключенном положении должны быть заперты на механический замок;
- у приводов коммутационных аппаратов, имеющих дистанционное управление, должны быть отключены силовые цепи и цепи управления, а у пневматических приводов, кроме того, на подводящем трубопроводе сжатого воздуха должна быть закрыта и заперта на механический замок задвижка и выпущен сжатый воздух, при этом спускные клапаны должны быть оставлены в открытом положении;
- у грузовых и пружинных приводов включающий груз или включающие пружины должны быть приведены в нерабочее положение;
- должны быть вывешены запрещающие плакаты.

Поражение электрическим током

Известно, что поражение человека электрическим током возможно лишь при замыкании электрической цепи через тело человека, т. е. при прикосновении человека к сети не менее чем в двух точках. При этом повышенное значе-

ние 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 Пример расчета защитного заземления на подстанциях энергоузла

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, коробки, 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 укладывать не ближе 0,8 – 1 м от оборудования и от стен, чтобы человек мог кос-

наться 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 х 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 выравнива-

ния 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 , Ом), выполненных из вертикальных электродов из круглой арматурной стали или трубы, верхний конец ниже уровня земли:

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

Сопротивление растеканию горизонтальных электродов (R_3 , 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:

$$R_{з.г.э} = \frac{R_{з.г}}{\eta_e}$$

Полное сопротивление растеканию заземлителя:

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

Площадь территории подстанции составляет 75 x 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.

ρ_{Σ} - эквивалентное сопротивление двух слоев земли, определяемое по формуле:

$$P_{\Sigma} = p_1 \left(1 - e^{-\alpha h / \sqrt{S}} \right) + p_2 \left(1 - e^{-\beta \sqrt{S} / hl} \right) =$$

$$= 500 \left(1 - e^{-1.1 \cdot 2 / \sqrt{4275}} \right) + \left(1 - e^{-0.3 \cdot 2 / \sqrt{4275}} \right) = 24,76 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

где 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:

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

для вертикальных электродов:

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

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

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

$$R_{з, \sigma} = \frac{0,366 \cdot 40,85}{5} \cdot \left(\lg \left(\frac{2 \cdot 5}{0,016} \right) + \frac{1}{2} \cdot \lg \left(\frac{4 \cdot 3,25 + 5}{4 \cdot 3,25 - 5} \right) \right) = 8,89, \text{Ом}$$

Принимаем примерное число вертикальных заземлителей $n = 60$, при коэффициенте использования $\eta_v = 0,5$ (расположение вертикальных заземлителей по контуру):

Сопротивление вертикальных электродов будет:

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

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:

$$R_{з.г} = \frac{1}{\eta_g} \frac{0,366 \cdot \rho}{l} \lg \frac{2l^2}{b \cdot t}, \text{ Ом}$$

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

Полное сопротивление растеканию искусственного заземления:

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

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

5.2.2 Пример расчет молниезащиты подстанции энергоузла

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 поражать 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.

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

Подстанции энергоузла 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.

$$\begin{aligned} \text{Так как,} \quad L &\geq 5 \cdot h, \\ 42 &\geq 7,5 \cdot 5 = 37,5, \end{aligned}$$

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.

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 сбросах трансформаторного масла при авариях с маслонаполненным 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 вышедшее из строя оборудование, которое направляется на заводы для переработки, оставшиеся 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 ли-

ниями электропередачи, за исключением несгораемых сооружений промышленных предприятий (насосных, закрытых распределительных устройств и т.п.) запрещается.

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 20.

Таблица 20 – 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.

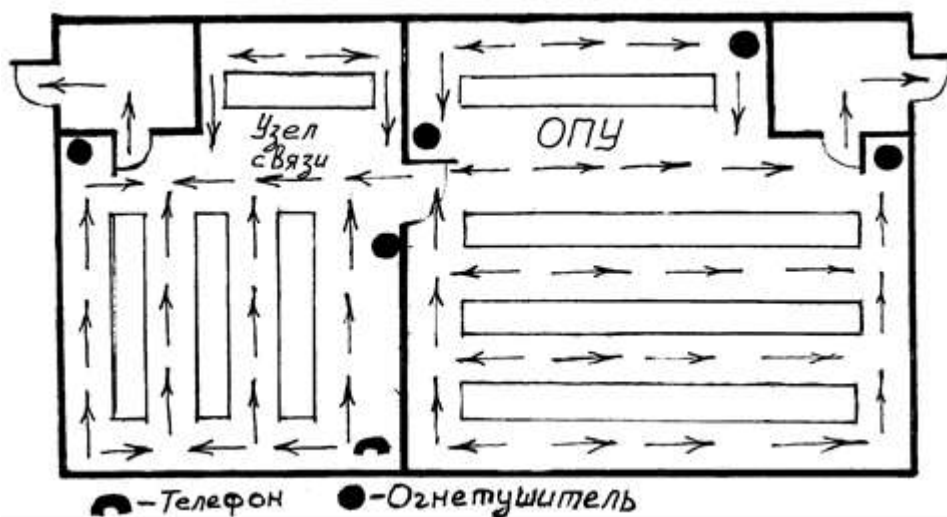


Рисунок 12 – План эвакуации

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 «Тюменьэнерго» 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

В работе разработаны и проведен анализ эффективности мероприятий по регулированию напряжения на подстанциях Когалымского энергоузла.

Для этого рассчитывались и анализировались режимы максимальных и минимальных нагрузок на нулевых отпайках РПН трансформатора. На всех подстанциях проведен анализ по установленным отпайкам.

В результате исследований выявлен низкий уровень напряжения на подстанциях Вать-Еган, Айка, Таврическая, КНС-1, Белая, КНС-5 и принято решение об установке компенсирующих устройств на данных подстанциях. В результате данных мероприятий на подстанциях Вать-Еган, Айка, Таврическая, КНС-1, Белая, КНС-5 напряжения стали по нормам допустимые.

В разделе финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, проведен расчет затрат на данную работу.

В разделе социальная ответственность рассмотрены опасные и вредные производственные факторы меры предотвращения этих вредных факторов. Проанализирована техника безопасности и представлен пример молниезащиты подстанций энергоузла. В производственной санитарии рассмотрены микроклимат, шум и электромагнитные поля и их влияния на человеческий организм и нормы установленные СанПиНом. Рассмотрены вопросы пожарной безопасности на подстанциях энергоузла.

					ФЮРА. 130302.010 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Кузнецова Е. В.						
Руковод.		Колчанова В.А.					90	99
Реценз.						ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А12		
Консульт.								

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Заповодников К. И. Надежность энергосистем: рабочая программа, методические указания и контрольные задания для студентов спец. 140205 «Электроэнергетические системы и сети». – Томск: Изд. ТПУ, 2007. – 36 с.
2. Идельчик В. И. Расчеты и оптимизация режимов электрических сетей и систем. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 288 с.: ил.
3. Идельчик В. И. Электрические системы и сети – Учебник для ВУЗов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.: ил. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. Учебник для техникумов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.
4. Кочкин В. И., Нечаев О. П. Применение статических компенсаторов реактивной мощности в электрических сетях – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. – 320 с.: ил.
5. Гук Ю.В. Теория надёжности в электроэнергетике: Учебное пособие для вузов. – СПб. Энергоатомиздат 1997.
6. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехов М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД: М. Издательство стандартов 1989.
7. Розанов М. Н. Надежность электроэнергетических систем – М.: Энергия, 1974. – 176 с.: ил.
8. Неклепаев Б. Н, Крючков И. П, Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 458 с.
9. Литвак В. В., Маркман Г. З., Харлов Н. Н. Энергосбережение и качество электрической энергии в энергосистемах. Учебное пособие (издание 2-е). – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – 162 с.

					ФЮРА. 130302.010 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Кузнецова Е. В.			СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Колчанова В.А.					91	99
Реценз.						ТПУ ИнЭО, гр. 3-5А12		
Консульт.								

- 10.Слюсаренко С.Г., Костюк Л.Ю. Режимы энергосистем и дальних электропередач: Лабораторный практикум. – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. -64с.
- 11.Егазин В.И. Расчёт защитного заземления. – Томск: изд. ТПУ, 1998. –356с.
- 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»