

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа энергетики
 Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
 Отделение Электроэнергетики и электротехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Оптимизация режимов напряжения распределительной сети
УДК 621.316.37:621.3.027-048.34

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А4А1	Бармаков Д.К.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭЭ	Васильев А.С.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Т.Б.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор ООД	Панин В.Ф.	д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
13.03.02	Шестакова В.В.	к.т.н., доцент		

Томск – 2019 г.

Планируемые результаты обучения по ООП «Электроэнергетика»

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки (специальности)		
P1	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области <i>электроэнергетики</i>	Требования ФГОС ВО, СУОС (ПК-20, ПК-19, ПК-21), <i>CDIOSyllabus</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>
P2	Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в областях <i>электроэнергетики</i>	Требования ФГОС ВО, СУОС (УК-4 *(ОК-5), ОПК-1, ПК-2), <i>CDIOSyllabus</i> (3.2, 4.7), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области <i>электроэнергетики</i>	Требования ФГОС ВО, СУОС (УК-4 *(ОК-5), УК-5 *(ОК-6)), <i>CDIOSyllabus</i> (3.1), Критерий 5 АИОР (п. 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС (УК-5 *(ОК-6), УК-7 *(ОК-8)), <i>CDIOSyllabus</i> (2.5), Критерий 5 АИОР (п. 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области <i>электроэнергетики</i> с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС (УК-5*(ОК-6), УК-7 *(ОК-8), УК-8 *(ОК-9), ПК-3, ПК-4, ПК-10), <i>CDIOSyllabus</i> (4.1), Критерий 5 АИОР (п. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области <i>электроэнергетики</i>	Требования ФГОС ВО, СУОС (УК-6 *(ОК-7), УК-7 *(ОК-8)), <i>CDIOSyllabus</i> (2.6), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
По профилям подготовки		
P7	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа <i>электрических устройств, объектов и систем.</i>	Требования ФГОС ВО, СУОС (УК-1 *(ОК-1, ОК-2), УК-2 *(ОК-3, ОК-4), УК-3 *(ОК-5), УК-4 *(ОК-5), ОПК-1, ОПК-2), <i>CDIOSyllabus</i> (1.1), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> <i>Профессиональные стандарты: 20.003, 20.012, 20.016, 20.030, 20.031, 20.032, 24.014, 25.001, 25.027, 25.038, 25.040, 25.043, 32.001, 32.003, 40.011, 40.037, 40.139, 40.160, 40.179, 40.180</i>
P8	Уметь формулировать задачи в области <i>электроэнергетики</i> , анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.	Требования ФГОС ВО, СУОС (УК-2 *(ОК-3, ОК-4), ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3), <i>CDIOSyllabus</i> (2.1), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> <i>Профессиональные стандарты: 20.003, 20.012, 20.016, 20.030, 20.031, 20.032, 24.014, 25.001, 25.027, 25.038, 25.040, 25.043, 32.001, 32.003, 40.011, 40.037, 40.139, 40.160, 40.179, 40.180</i>
P9	Уметь проектировать <i>электроэнергетические системы и их компоненты.</i>	Требования ФГОС ВО, СУОС (УК-2*(ОК-3, ОК-4), ПК-3, ПК-4, ПК-9), <i>CDIOSyllabus</i> (4.4), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

		<i>Профессиональные стандарты: 20.003, 20.012, 20.016, 20.030, 20.031, 20.032, 24.014, 25.001, 25.027, 25.038, 25.040, 25.043, 32.001, 32.003, 40.011, 40.037, 40.139, 40.160, 40.179, 40.180</i>
P10	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики, интерпретировать данные и делать выводы.	Требования ФГОС ВО, СУОС (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-12, ПК-14, ПК-15), <i>CDIOSyllabus</i> (2.2), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> <i>Профессиональные стандарты: 20.003, 20.012, 20.016, 20.030, 20.031, 20.032, 24.014, 25.001, 25.027, 25.038, 25.040, 25.043, 32.001, 32.003, 40.011, 40.037, 40.139, 40.160, 40.179, 40.180</i>
P11	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области электроэнергетики.	Требования ФГОС ВО, СУОС (ОПК-2, ОПК-3, ПК-11, ПК-13, ПК-18), <i>CDIOSyllabus</i> (4.5), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> <i>Профессиональные стандарты: 20.003, 20.012, 20.016, 20.030, 20.031, 20.032, 24.014, 25.001, 25.027, 25.038, 25.040, 25.043, 32.001, 32.003, 40.011, 40.037, 40.139, 40.160, 40.179, 40.180</i>
P12	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 ВО, СУОС (ОПК-4, ОПК-5, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8 ПК-9, ПК-16, ПК-17), <i>CDIOSyllabus</i> (4.6), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> <i>Профессиональные стандарты: 20.003, 20.012, 20.016, 20.030, 20.031, 20.032, 24.014, 25.001, 25.027, 25.038, 25.040, 25.043, 32.001, 32.003, 40.011, 40.037, 40.139, 40.160, 40.179, 40.180</i>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа энергетики

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Отделение Электроэнергетики и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ «__» _____ 2019 г. В.В. Шестакова

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A4A1	Бармаков Дияр Кайратович

Тема работы:

Оптимизация режимов напряжения распределительной сети

Утверждена приказом директора (дата, номер)	3897/с 17.05.2019
---	-------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. Д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. Д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схема энергосистемы. 2. Перечень выбираемого оборудования. 3. Программа моделирования и расчета сети PowerFactory.
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Теоретический анализ литературы по вопросу оптимизации режимов по напряжению в распределительной сети. 2. Расчет параметров оборудования и создание компьютерной модели в программе PowerFactory. 3. Оптимизация режима по напряжению с применением программы PowerFactory.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Компьютерная модель исследуемой электрической сети.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Панин Владимир Филиппович</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Якимова Татьяна Борисовна</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭЭ	Васильев Алексей Сергеевич	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A4A1	Бармаков Д.К.		

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

Студенту:

Группа 3-5A4A1	ФИО Бармаков Дияр Кайратович
-------------------	---------------------------------

Школа	ИШЭ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭЭ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

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

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>- стоимость материалов и аренда оборудования; - квалификация исполнителей; - трудоёмкость работы.</i>
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>- премия 0,3; - надбавка 0,2-0,3; - районный коэффициент 1,3; - накладные расходы – 16%; - норма амортизации – 10 %</i>
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>- внебюджетные отчисления 0,3;</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	
<i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>- планирование выполнения проекта (составление календарного плана-графика)</i>
<i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Интегральные показатели эффективности оптимизации режимов</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

График выполнения проектных работ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН	Якимова Т.Б.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A4A1	Бармаков Д.К.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A4A1	Бармаков Дияр Кайратович

Школа	ИШЭ	Отделение школы (НОЦ)	ОЭЭ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <p>1.1. вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</p> <p>1.2. опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</p> <p>1.3. негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</p> <p>1.4. чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</p>	<p>Территория подстанции при монтаже силового и другого оборудования. Необходимо поддержание: 1.1. Нормативных метеоусловий, уровней вибрации и шума; 1.2. Нормативных мер обеспечения электро- и пожаробезопасности. 1.3. Использование нормативных мер по защите окружающей среды. 1.4. Наиболее вероятные ЧС: загорания (пожары), электрический удар, например, при замыкании фазы питания на корпус электрической машины при нарушенном его заземлении.</p>
<p>2. Ознакомление и отбор законодательных и нормативных документов по теме и отбор их.</p>	<p>ГОСТ 12.0.003-74 «ОиВПФ»; ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности»; ГОСТ 12.1.01290 «Вибрационная безопасность»; ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»; ПУЭ, утвержденный министерством энергетики России от 08.07.2002, №204, Глава 1.7.; №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»; Постановление Правительства РФ от 03.09.2010 №681; Постановление Администрации г. Томска от 11.11.2009 №1110 (с изменениями от 24.12.2014).</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <p>1.1. физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</p> <p>1.2. действие фактора на организм человека;</p> <p>1.3. приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</p> <p>1.4. предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</p>	<p>Вредные факторы:</p> <p>1. Шум;</p> <p>2. Вибрации;</p> <p>3. Возможные ненормативные метеоусловия;</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <p>2.1. механические опасности (источники, средства защиты);</p> <p>2.2. термические опасности (источники, средства защиты);</p> <p>2.3. электробезопасность (в т.ч. статическое</p>	<p>Вся электрическая цепь помещения оснащена заземлительным контуром, выполненным в соответствии с ПУЭ от 08.07.2002, №204. Глава 1.7. – в соответствии с выполненным расчетом.</p> <p>Опасные факторы:</p>

<p>электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</p> <p>2.4.пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</p>	<p>2.1.Опасность электропоражения;</p> <p>2.2.Пожаровзрывоопасность.</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <p>3.1.анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</p> <p>3.2.анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</p> <p>3.3.анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</p>	<p>По п.п.3.1.,3.3: Люминесцентные лампы утилизируются в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 03.09.2010 №681.По п.3.1.:оценить масштабы уменьшения выбросов ЗВ от возможной экономии электроэнергии на рабочем месте. По п.3.3.: дать схему обращения твердых отходов от рабочего места согласно Постановлению Администрации г. Томска от 11.11.2010.</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <p>4.1.перечень возможных ЧС на объекте;</p> <p>4.2.выбор наиболее типичных ЧС;</p> <p>4.3.разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</p>	<p>Разработать мероприятия по предупреждению загораний и электропоражений и мер по ликвидации их последствий.</p>
<p>Перечень графического и инструктивного материалов:</p>	
<p>Обязательные графические материалы к расчётам по заданию (обязательно для специалистов и магистров).</p>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД	Панин Владимир Филиппович	Д.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А4А1	Бармаков Дияр Кайратович		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа энергетики

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования: бакалавр

Отделение Электроэнергетики и электротехники

Период выполнения: осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы: 01.06.2019

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
05.03.19	Сбор информации для выполнения работы	20
02.04.19	Составление расчетной схемы замещения и определение ее параметров	20
23.04.19	Изучение программы "PowerFactory"	20
21.05.19	Оптимизация режимов напряжения распределительной сети	20
24.05.19	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	10
28.05.19	Социальная ответственность	10
		100

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Васильев А.С.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шестакова В.В.	к.т.н., доцент		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 81 с., 15 рис., 22 таб., 36 источников, 2 прил.

Ключевые слова: оптимизация режимов, регулирование напряжения, компенсация потерь, коэффициент трансформации, отпайка, регулирование под нагрузкой, переключение без возбуждения.

Объектом исследования является Сахалинская распределительная сеть 10кВ.

Цель работы – оптимизация режимов напряжения распределительной сети.

В процессе исследования проводился выбор мощностей нагрузки по запасу тока оборудования.

В результате исследования проведена оптимизация режима путем регулирования напряжения распределительной сети 10кВ.

Область применения: результаты данной работы можно использовать как основу для рабочего проектирования при оптимизации режимов распределительной сети.

Область применения: результаты данной работы могут быть использованы как основа для рабочего проектирования при оптимизации режимов распределительной сети.

Экономическая эффективность/значимость работы заключается в надежной передаче качественной электроэнергии потребителям.

Выпускная квалификационная работа выполнена с использованием таких программных комплексов, как:

-PowerFactory

-MS Word 2010

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

ПЭС - предприятие электрических сетей

ЭЭС - электроэнергетическая система

ПС - подстанция

ЛЭП - линия электропередач

КТП - комплексная трансформаторная подстанция

ЗТП - закрытая трансформаторная подстанция

ТТ - трансформатор тока

РПН - регулирование под нагрузкой

ПБВ – переключение без возбуждения

ПУЭ - правила устройства электроустановок

НН – обмотка низшего напряжения

ВВ – обмотка высшего напряжения

Оглавление

Введение.....	13
1 Объект и методы исследования.....	15
1.1 Экономико – географическая характеристика района.....	15
1.2 Конструктивно параметрическая характеристика объекта.....	17
1.3 Описание основных методов оптимизации режимов напряжения распределительной сети.....	20
2. Характеристика расчета основного оборудования и элементов схемы замещения.....	22
2.1. Характеристика линий электропередач.....	22
2.2 Характеристика двухобмоточных трансформаторов.....	26
3 Оптимизация режима напряжения в программном комплексе «PowerFactory».....	35
3.1 Инструмент для оптимизации режима напряжения в программном комплексе Power Factory.....	35
3.2 Оптимизация режима напряжения.....	36
4 Результаты оптимизации режима напряжения.....	39
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	42
6 Социальная ответственность.....	61
Заключение.....	80
Список литературы.....	81
Приложение А	
Приложение Б	

Введение

Современные электростанции ставят перед собой основную задачу обеспечить потребителей качественной электроэнергией при минимальных собственных затратах.

Оптимизация режимов работы энергосистемы является многоуровневой задачей, к решению которой необходимо подходить комплексно на всех уровнях электроэнергетической системы(ЭЭС).

Оптимальный режим ЭЭС – это режим, при котором потребитель получает надежную и качественную электроэнергию при минимальных затратах энергосистемы.

К основным способам оптимального управления режимами относятся:

- выбор конфигурации электросетей
- выбор рабочего оборудования
- управление параметрами режима энергосистемы

Напряжение - важнейший показатель режима ЭЭС, который непосредственно влияет на качество электроэнергии, надежность снабжения энергией потребителей и экономичность работы электроэнергетической системы.

Требования к качеству электроэнергии, а именно к напряжению, показателям режима и его изменению при работе энергосистемы довольно жесткие. Эти показатели подробно описаны в ГОСТ 13109-97.

Отклонение напряжения – один из самых важных показателей качества электроэнергии, характеризуется разностью между фактическим и номинальным напряжением(%). При рассмотрении режима напряжение в любой точке сети ЭЭС не должны выходить за рамки допустимых значений.

Значительная часть работ посвящается задачам оптимизации режимов по напряжению и коэффициентам трансформации, многие из которых реализуются в программно-вычислительных комплексах. Для решения поставленной задачи применен программный комплекс «PowerFactory».

С помощью программы «PowerFactory» были решены задачи по определению оптимальной точки размыкания электрической сети, встречному регулированию по напряжению и мониторингу за факторами, на которые реагировал и воздействовал данный программный комплекс.

Реализация многих мероприятий по решению задачи оптимизации не требует дополнительных капитальных вложений от предприятий электрических сетей(ПЭС), в связи с чем можно отметить высокую экономическую эффективность применения на практике результатов данной работы.

К важнейшим практическим результатам можно отнести выработку рекомендаций и мероприятий по оптимизации режимов сетевого предприятия с целью снижения потерь мощности и электроэнергии и улучшения ее качества.

1 Характеристика предприятия электрических сетей как объекта исследования

1.1 Экономико-географическая характеристика района

Экономико-географическое положение и природно-климатические условия

Сахалинская область является единственным регионом в России, который расположен на островах. В состав Сахалинской области входят остров Сахалин и прилегающие небольшие острова Монерон и Тюлений, а также Курильские острова, которые включают 56 островов. Сахалин и прилегающие к нему острова расположены у восточных берегов Евразийского материка. С большой протяженностью Сахалинской области предопределяется существенное разнообразие географического положения, природных условий, ресурсов и экономических возможностей отдельных ее частей.

Энергетическая система

Сахалинская область обособлена от Единой энергетической системы России и раздроблена на отдельные энергорайоны внутри области, что является особенностью ее энергосистемы.

К основным генерирующим мощностям относят Сахалинскую ГРЭС, Южно-Сахалинскую ТЭЦ-1, Охинскую ТЭЦ, которые входят в состав ОАО «Сахалинэнерго», Ногликская газовая электростанция, Новиковская ДЭС, входящая в состав тепловых сетей ОАО «Сахалинэнерго» и дизельные электростанции в изолированных населенных пунктах и Курильских островах.

Температурный режим

Средняя температура января на Сахалине изменяется от -23°C на северо-западе и в глубине острова, до -8°C на юго-востоке. Абсолютный минимум колеблется по территории в том же направлении от -49°C до -25°C .

Средние температуры августа колеблются от $+13^{\circ}\text{C}$ на севере, до $+18^{\circ}\text{C}$ на юге острова. Абсолютный максимум составляет – от $+30^{\circ}\text{C}$ на севере, до $+39^{\circ}\text{C}$ в Тымовской долине.

На Курильских островах средняя температура января составляет $-5,1^{\circ}\text{C}$, августа – $+10,7^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум изменяется от -19°C в центре, до -27°C на юге, абсолютный максимум составляет – $+32^{\circ}\text{C}$.

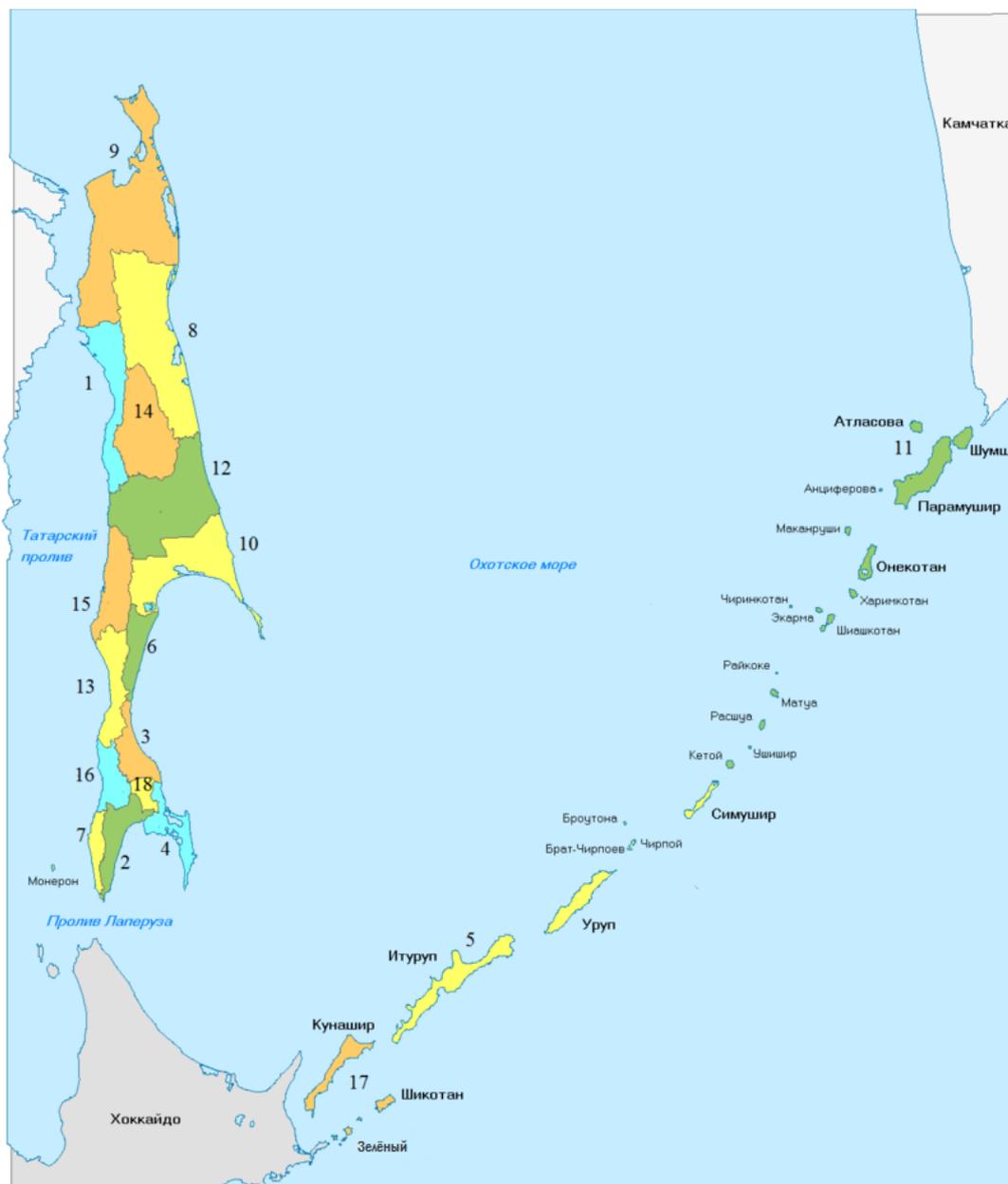


Рисунок 1.1.1 – Административная карта Сахалинской области

1.2 Конструктивно параметрическая характеристика объекта

Особенностью электроэнергетики Сахалинской области являются её технологическая изолированность от «Единой энергетической системы Российской Федерации», при этом она разделена на отдельные автономные энергорайоны и энергоузлы, такие как «Центральная энергосистема», «Северный энергорайон» и децентрализованные, т.е. изолированные энергорайоны.

На территории Сахалинской области работают следующие субъекты электроэнергетики:

1. "Центральная энергосистема"

Основным производителем электрической энергии в «Центральной энергосистеме» является ПАО "Сахалинэнерго" и ОАО "Ногликская газовая электрическая станция" (далее - ОАО "НГЭС").

- ПАО "Сахалинэнерго" является крупнейшим производителем электрической энергии в Сахалинской области.

В состав ПАО "Сахалинэнерго" входят следующие объекты генерации:

- ОП "Южно-Сахалинская ТЭЦ-1", установленной мощностью - 455,24 МВт.
- ОП "Сахалинская ГРЭС", установленной мощностью – 84,0 МВт.

Также ОП «Южно-Сахалинская ТЭЦ-1» является основным поставщиком тепловой энергии для г. Южно-Сахалинска, а ОП «Сахалинская ГРЭС» является единственным поставщиком тепловой энергии для с. Восток.

Также к источникам электроэнергии можно отнести блок-станции бывших ЦБЗ («Томаринская ТЭЦ» (г. Томари), установленная мощность – 5,0 МВт и «Холмская ТЭЦ» (г. Холмск), установленная мощность – 6,5 МВт)

вырабатывающие электроэнергию только в отопительный период турбинами противодавления. Данная электроэнергия потребляется собственными нуждами самих блок-станций, излишки электроэнергии отпускаются в электрическую сеть ПАО "Сахалинэнерго" в соответствии с установленным режимом.

2. "Северный энергорайон"

Основным производителем электрической энергии в «Охинском энергорайоне» является АО "Охинская ТЭЦ", являющаяся гарантирующим поставщиком электрической энергии, обеспечивающая выработку и сбыт электроэнергии для потребителей МО городской округ «Охинский».

Установленная мощность «Охинской ТЭЦ» составляет 88,52 МВт, основным видом топлива для электростанции является природный газ.

Так же АО «Охинская ТЭЦ» является основным поставщиком тепловой энергии для г. Оха.

В транспортировке электрической энергии, вырабатываемой АО "Охинская ТЭЦ", участвуют электросетевые подразделения энергоснабжающих предприятий: ООО "РН-Сахалинморнефтегаз", ООО "Охинские электрические сети".

Энергосбытовую функцию выполняет "Энергосбыт" АО "Охинская ТЭЦ".

3. «Децентрализованные энергорайоны (энергоузлы)».

В отдалённых населённых пунктах на Сахалинской области размещены 17 дизельных (газовых), 1 ветродизельная (о. Кунашир) и 2 гидроэлектростанции (о. Парамушир) муниципальной и частной принадлежности, снабжающие электроэнергией население, через

сопутствующие электрические сети напряжением 0,4 - 35 кВ, работающие изолированно от основной энергосистемы региона. Суммарная установленная мощность децентрализованных источников - 54,7 МВт.

Относительно крупными энергоузлами является: «Северо-Курильский энергоузел» (о. Парамушир); «Курильский энергоузел» (о. Итуруп); «Южно-Курильский энергоузел» (о. Кунашир), «Шикотанский энергоузел» (о. Шикотан) и «Энергоузел «Сфера»» (г. Южно-Сахалинск).

1.3. Описание основных методов оптимизации режимов напряжения распределительной сети

Для обеспечения требуемого уровня напряжения без чрезмерных отклонений на зажимах электроприемников в сетях среднего и низкого напряжения производят регулирование напряжения.

Расчетные методы анализа режимов напряжения позволяют при наличии специализированных программ для расчета режимов оперативно оценивать потери напряжения, рассчитывать допустимые диапазоны отклонений в узлах и производить настройку регулирующих устройств. Недостатком расчетных методов является невысокая достоверность исходной информации, используемой в расчетах (параметры элементов сети, мощности нагрузки). Кроме того, эти методы не позволяют достоверно оценить соответствие реальных диапазонов отклонения напряжений требуемым.

Вместе с тем быстро развиваются измерительные базы и, в первую очередь, современные средства контроля, что позволяет решать рассматриваемые задачи на основе инструментального подхода. При этом смогут быть измерены потери и отклонения напряжения в сетях, а это позволит адекватно разработать и осуществить регулирующие мероприятия, учитывая реальные закономерности изменения напряжений в различных узлах сетей

Регулирование напряжения с помощью трансформаторов.

Существует 2 основных способа регулирования напряжения с помощью трансформатора: РПН и ПБВ.

1) Переключение без возбуждения (ПБВ) осуществляется трансформаторами, предварительно отключенных от сети. Их изготавливают с 5 ответвлениями (+2, +1, 0, -1, -2). Отпайка (ответвление) 0 считается основным, а остальные дополнительными. На основном ответвлении напряжение равно номинальному, и его коэффициент трансформации считается номинальным. Коэффициенты трансформации на дополнительных отпайках отличаются от

номинального на -5, -2,5, +2,5 и +5 при их использовании.

Такие трансформаторы не позволяют обеспечить требования закона встречного регулирования.

2) Регулирование напряжения под нагрузкой (РПН) имеют специальное автоматическое переключающее устройство. Также регулирование под нагрузкой позволяет работать с большим числом ступеней регулировочных отпаек и большим диапазоном для регулирования. РПН осуществляется переключением отпаек и изменением коэффициента трансформации под нагрузкой, а следовательно и обеспечить встречное регулирование в течение суток.

Для обеспечения требуемого качества электроэнергии устройства РПН выполняются с автоматическими регуляторами напряжения, к которым должны предъявляться высокие требования, такие как устойчивость, достаточная чувствительность (без реакции на кратковременные отклонения напряжений при КЗ, запусках мощных двигателей и т.д.), стабильные и легко регулируемые температурные характеристики и др.

Трансформаторы с РПН и управляющие ими регуляторы напряжения характеризуются значением напряжения ступени регулирования, зоной нечувствительности, точностью регулирования и выдержкой времени.

Закон встречного регулирования предполагает необходимость электроснабжающего предприятия поддерживать напряжение в ЦП (центр питания) в режиме максимальной нагрузки не ниже $1,05U_{ном}$, а в режиме минимальной нагрузки не выше $1,0 U_{ном}$ в соответствии с ПУЭ (п. 1.2.23).

2. Характеристика расчета основного оборудования и элементов схемы замещения

2.1. Характеристика линий электропередач

В ходе работы были выбраны нагрузки исходя из условий по запасу тока оборудования. Значения нагрузок задавались такими, чтобы режим был нормальным по току.

Нормальным режимом напряжения считается такой, при котором отклонения по напряжению не превышают 5%. В таких условиях токи будут определяться мощностями нагрузок и конфигурацией сети.

Перед расчетом установившихся режимов составляется схема замещения, которую получают объединением схем замещения отдельных элементов в соответствии с принципиальной схемой распределительной сети.

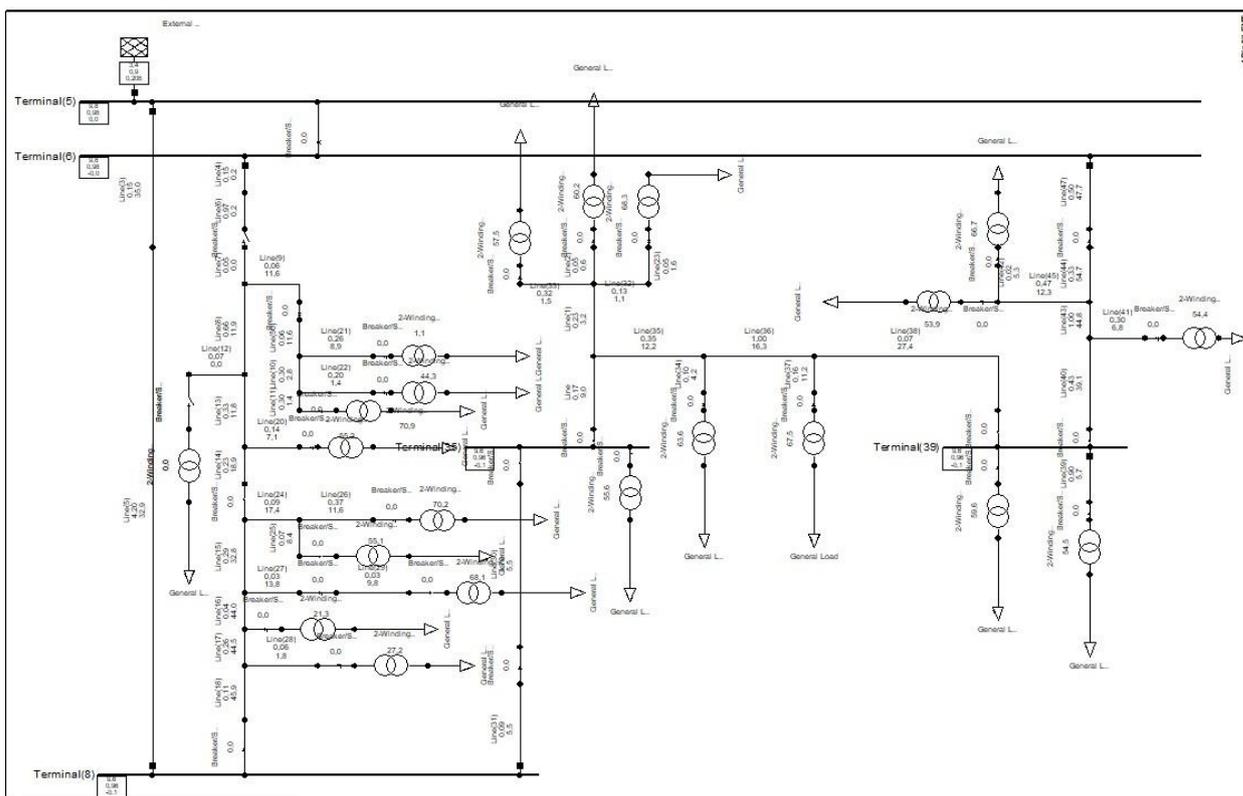


Рисунок 2.1.1 – схема Таранайской распределительной сети

Удельное активное сопротивление ЛЭП, [Ом/км] определяем из выражения

$$R_0 = \frac{\rho}{F},$$

где ρ – удельное активное сопротивление алюминия, мм²/км;
 F – сечение провода, мм.

Удельное индуктивное сопротивление ЛЭП, Ом/км, определим по формуле

$$X_0 = 0,1445 \cdot \lg \frac{D_{CP}}{r_{PP}} + 0,0157 \cdot \mu,$$

где D_{CP} – среднегеометрическое расстояние между фазами, м;
 r_{PP} – радиус провода, мм;
 $\mu=1$ – магнитная проницаемость алюминия.

Среднегеометрическое расстояние между фазами, м,

$$D_{CP} = \sqrt[3]{D_{12} \cdot D_{13} \cdot D_{23}},$$

где D_{12}, D_{13}, D_{23} – расстояния между проводами отдельных фаз, м.

Удельная емкостная проводимость, См/км,

$$b_0 = \frac{7,58}{\lg \frac{D_{CP}}{r_{PP}}} \cdot 10^{-6}.$$

Параметры схемы замещения ЛЭП определим из следующих выражений:

$$Z_{ЛЭП} = R_{ЛЭП} + jX_{ЛЭП} = (r_0 + jx_0) \cdot l_{ЛЭП},$$

$$B_C = b_0 \cdot l_{ЛЭП},$$

где $Z_{ЛЭП}$ – комплексное сопротивление ЛЭП, Ом;

$R_{ЛЭП}$ – активное сопротивление ЛЭП, Ом

$X_{ЛЭП}$ – индуктивное сопротивление ЛЭП, Ом

B_C – емкостное сопротивление ЛЭП, См

$l_{ЛЭП}$ – длина ЛЭП, км.

Параметры ЛЭП сведены в таблицу 1.1.

Таблица 2.1.1 – Параметры ЛЭП эксплуатируемых ШРЭС

Марка провода	U, кВ	Длина, км	R, Ом	X, Ом	Вс, мСм
ААБ-3*120	10	0,150	0,078	0,615	0,506
АС-95	10	4,200	0,295	0,531	13,860
ЗСИП-1*70	10	0,260	0,400	0,512	0,834
ЗСИП-1*70	10	0,040	0,400	0,512	0,128
ЗСИП-1*70	10	0,295	0,400	0,512	0,946
АС-1*50	10	0,230	0,560	0,491	0,716
АС-1*50	10	0,330	0,560	0,491	1,027
АС-1*50	10	0,660	0,560	0,491	2,053
АС-1*50	10	0,050	0,560	0,491	0,156
АС-1*50	10	0,970	0,400	0,512	3,111
ААБ-3*120	10	0,150	0,078	0,615	0,506
АС-1*50	10	0,070	0,560	0,491	0,218
АС-1*35	10	0,060	0,800	0,469	0,181
АС-1*35	10	0,060	0,800	0,469	0,181
АС-1*35	10	0,300	0,800	0,469	0,905
АС-1*35	10	0,300	0,800	0,469	0,905
АС-1*35	10	0,260	0,800	0,469	0,784
АС-1*35	10	0,200	0,800	0,469	0,603
АС-1*50	10	0,140	0,560	0,491	0,436
ЗСИП-1*70	10	0,087	0,400	0,512	0,279
ЗСИП-1*70	10	0,365	0,400	0,512	1,171
ААБ-3*50	10	0,070	0,187	0,560	0,218
ЗСИП-1*50	10	0,025	0,560	0,491	0,078
ААБ-3*120	10	0,030	0,078	0,615	0,101
ЗСИП-1*70	10	0,060	0,400	0,512	0,192
ААБ-3*95	10	0,090	0,098	0,600	0,297
ЗСИП-1*70	10	1,700	0,400	0,512	5,452
ЗСИП-1*70	10	0,170	0,400	0,512	0,545
ЗСИП-1*70	10	0,230	0,400	0,512	0,738
ЗСИП-1*70	10	0,350	0,400	0,512	1,123
ЗСИП-1*70	10	0,100	0,400	0,512	0,321
ЗСИП-1*70	10	1,000	0,400	0,512	3,207
ЗСИП-1*70	10	0,160	0,400	0,512	0,513
ЗСИП-1*70	10	0,070	0,400	0,512	0,225
ЗСИП-1*70	10	0,320	0,400	0,512	1,026
ЗСИП-1*70	10	0,130	0,400	0,512	0,417
ЗСИП-1*70	10	0,050	0,400	0,512	0,160
ААБ-3*50	10	0,050	0,187	0,560	0,156
АС-1*70	10	0,900	0,400	0,512	2,887
АС-1*70	10	0,430	0,400	0,512	1,379
АС-1*70	10	1,000	0,400	0,512	3,207
АС-1*70	10	0,330	0,400	0,512	1,058

AC-1*35	10	0,300	0,800	0,469	0,905
AC-1*50	10	0,470	0,560	0,491	1,462
AC-1*50	10	0,020	0,560	0,491	0,062
AC-1*50	10	0,190	0,560	0,491	0,591
ААБ-3*120	10	0,500	0,078	0,615	1,687
ААБ-3*70	10	0,015	0,133	0,581	0,048

2.2 Характеристика двухобмоточных трансформаторов

Параметры двухобмоточных трансформаторов можно также определить, используя справочные данные и аналитические выражения. Типы трансформаторов установленных на подстанциях ПАО «СахалинЭнерго» и их паспортные данные приведены в таблице 2.1.1.

Активное сопротивление трансформатора, Ом, определим по формуле

$$R_T = \frac{\Delta P_K \cdot U_{НОМ}^2}{S_{НОМ}^2} \cdot 10^{-3},$$

где ΔP_K – потери короткого замыкания в трансформаторе, кВт;

$U_{НОМ}$ – номинальное напряжение обмотки трансформатора, к которой приводится сопротивление, кВ;

$S_{НОМ}$ – номинальная мощность трансформатора, МВ·А.

Индуктивное сопротивление трансформатора, Ом, определим из выражения

$$X_T = \frac{u_K \cdot U_{НОМ}^2}{100 \cdot S_{НОМ}},$$

где u_K – напряжение короткого замыкания, %.

Активная проводимость трансформатора, См, вычислим воспользовавшись выражением

$$G_T = \frac{\Delta P_{X.X.}}{U_{НОМ}^2} \cdot 10^{-3}, \quad (1.9)$$

где $\Delta P_{X.X.}$ – активные потери холостого хода в трансформаторе, кВт.

Индуктивная проводимость трансформатора, См, вычисляем из выражения

$$B_T = \frac{I_x \cdot S_{НОМ}}{100 \cdot U_{НОМ}^2}, \quad (1.10)$$

Где $I_{x.x.}$ – ток холостого хода трансформатора, %.

Таблица 2.2.1 – Паспортные данные комплектных трансформаторных подстанций

Название подстанции	Тип трансформатора	Пределы регулирования	Кол. ТР, шт	U _{НОМ} , кВ		u _к , %	ΔP _к , кВт	ΔP _{х.х.} , кВт	I _{х.х.} , %
				ВН	НН				
КТПН 56/400	ТМЗ-400/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	4,5	5500	900	1,8
КТП 53/160	ТМЗ-160/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	4,5	2600	450	1,9
КТП 54/100	ТМЗ-100/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	4,5	1900	290	2,2
КТПН 55/63	ТМЗ 63/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	4,5	1400	230	3,4
ЗТП 57/400	ТМЗ-400/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	4,5	5500	900	1,8
КТПН 14/630	ТМЗ-630/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	5,5	7900	1250	1,7
ЗТП 13/400	ТМЗ-400/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	4,5	5500	900	1,8
КТПН 15/630	ТМЗ-630/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	5,5	7900	1250	1,7
КТПН 12/250	ТМЗ-250/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	4,5	3700	610	1,9
КТПН 11/250	ТМЗ-250/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	4,5	3700	610	1,9
ЗТП 239/250	ТМЗ-250/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	4,5	3700	610	1,9
КТП 236/100	ТМЗ-100/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	4,5	1900	290	2,2
КТП 238/40	ТМЗ-40/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	4,5	880	155	2,6
ЗТП 237/63	ТМЗ-63/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	4,5	1400	230	3,4
КТПН 235/250	ТМЗ-250/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	4,5	3700	610	1,9
КТПН 2311/630	ТМЗ-630/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	5,5	7900	1250	1,7
ЗТП 233/400	ТМЗ-400/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	4,5	5500	900	1,8
КТП 234/400	ТМЗ-400/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	4,5	5500	900	1,8
ЗТП 2310/400	ТМЗ-400/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	4,5	5500	900	1,8
КТПН 232/250	ТМЗ-250/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	4,5	3700	610	1,9
КТП 231/40	ТМЗ-40/10	±2×2,5%	1	10(6)	0,4	4,5	880	155	2,6

Параметры двухобмоточных трансформаторов в схеме замещения приведены в таблице 2.2.1.

Таблица 2.2.2 – Параметры двухобмоточных трансформаторов

Тип трансформатора	R, Ом	X, Ом	G, мСм	B, мСм
ТМЗ-40/10	0,06	0,11	1,55	10,40
ТМЗ-63/10	0,04	0,07	2,30	21,42
ТМЗ-100/10	0,02	0,05	2,90	22,00
ТМЗ-160/10	0,01	0,03	4,50	30,40
ТМЗ-250/10	0,01	0,02	6,10	47,50
ТМЗ-400/10	0,00	0,01	9,00	72,00
ТМЗ-630/10	0,00	0,01	12,50	107,10

Рассматриваемые трансформаторы выполнены с регулировкой по напряжению ПБВ и имеют 5 отпаяк (-2,-1,0,+1,+2), при условии, что отпайка «0» соответствует первичному номинальному напряжению.

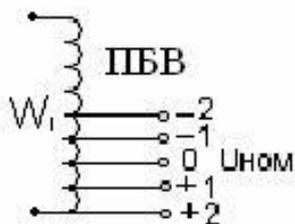


Рисунок 2.2.1 - Отпайки трансформатора с ПБВ

Степень регулирования – разность напряжения между соседними отпайками $E=2,5\%$.

Рассмотрим на примере трансформатор ТМЗ-40/10.

Таблица 2.2.3 – регулировочные отпайки

Номер отпайки	-2	-1	0	+1	+2
Номинал. напряж. отпайки, кВ	9,5	9,75	10	10,25	10,5

Рассмотрим трансформатор ТМЗ 40/10.

$U_{1HT}=10кВ$, номинальное напряжение сети ВН - $U_{1HC}=10кВ$. Т.е. отклонение подведенного к отпайке «0» напряжения $V_1=0\%$. Номинальное вторичное напряжение трансформатора $U_{2HT}=400В$, а номинальное напряжение сети НН - $U_{2HC}=380В$, отклонение напряжения на вторичной стороне (на холостом ходу):

$$V_2 = \frac{400 - 380}{400} 100\% = +5\%$$

т.е. на нулевой отпайке добавка $D=V_2 - V_1 = 5 - 0 = 5\%$.

Ниже приведена таблица соответствия добавок и номеров отпаек.

Таблица 2.2.4 – отпайки трансформатора с учетом добавок

Отпайка	+2	+1	0	-1	-2
D%	0	2,5	5	7,5	10

ПС «Таранай» 35/10 кВ, трансформаторной мощностью - $2 \times 6,3$ МВ·А (МО «Анивский городской округ»)

Таблица 2.2.5 – Параметры трансформаторов ПС «Таранай» 35кВ

Тип трансформатора	Уровень потерь	Схема и группа	ВН	НН	Масса масла	Масса общая
ТМН-63000/35	ГОСТ 11920-85	Ун/Д-11	35,0 36,75	6,3; 6,6; 10,5; 11	5,0	18,8

Для данного типа трансформатора подходит РПН с автоматическим регулятором типа РНТА-35/125, который имеет следующие характеристики:

Номинальное напряжение, кВ - 35

Номинальный ток, А - 40; 104; 125

Максимальный ток переключения, А - 250

Номинальное напряжение ступени, кВ - 0,5

Число ступеней регулирования - 8

Механическая износостойкость, циклы - 1 500 000

Электрическая износостойкость при коэффициенте мощности, близком к 0,8, циклы - 750 000

Установившийся ток КЗ, кА - 2,5

Испытательные напряжения полного грозового импульса, кВ:

между контактами нулевой точки и землей - 200

между крайними контактами одной фазы (диапазон) - 95

между контактами выбранной и предварительной ступени (ступень) - 50

между контактами для присоединения ответвлений обмоток разных фаз - 125

Испытательные кратковременные одноминутные напряжения промышленной частоты, кВ:

между контактами нулевой точки и землей - 85

между контактами для присоединения ответвлений обмоток разных фаз - 60

Соединение фаз в устройстве - Y

Время переключения на одно положение, с - 0,6

Периодичность замены масла, циклы - 100 000

Масса (без масла) устройства РНТА, кг, не более - 160

Устройства РПН типа РНТА-35/125 предназначены для встроенного ступенчатого изменения коэффициента трансформации силовых и печных понижающих трансформаторов мощностью от 1 до 6,3 кВ·А с номинальным напряжением 35 кВ. Производится выпуск типоразмеров устройств РПН,

отличающихся номинальным током, величиной токоограничивающего сопротивления, климатическим исполнением.

Структура условного обозначения

РНТА-У-35/125Х1:

Р - регулятор;

Н - напряжения;

Т - трехфазный;

А - с активным токоограничивающим резистором;

У - соединение обмоток трансформаторов в звезду;

35 - номинальное напряжение, кВ;

125 - номинальный ток, А;

Х1 - климатическое исполнение (У, ХЛ, Т) и категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Конструкция и принцип действия

Устройство РНТА-35/125 выполнено по принципу переключателя нагрузки, т.е. функции избирателя и контактора совмещены в одном узле (контактном устройстве). Электрическая схема регулирования устройства РНТА - несимметричная, которая, как правило, применяется при одном, строго определенном потоке мощности через трансформатор. Электрическая схема приведена на рис. 2.2.2.

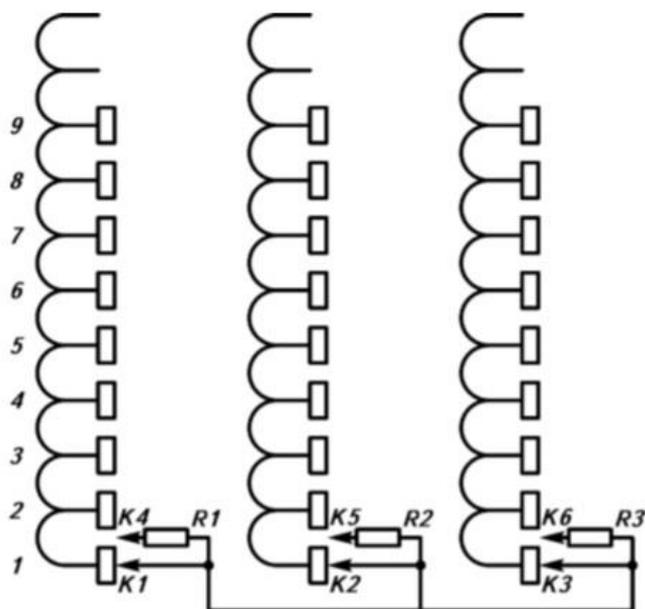


Рисунок 2.2.2 - Электрическая схема регулирования устройства РНТА

К1-К3 - главные подвижные контакты;

К3-К6 - дугогасительные контакты;

R1-R3 - токоограничивающие резисторы

Неподвижные контакты контактного устройства присоединяются к отпайкам регулировочной обмотки, а главные подвижные контакты соединены в общую точку и образуют нейтраль обмотки трансформатора.

Переключение устройства РПН с отпайки на отпайку происходит с достаточно высокой скоростью при соблюдении определенной

последовательности работы контактов контактного устройства, что

обеспечивает непрерывность цепи нагрузки трансформатора в процессе

переключения устройства РНТА. Определенная скорость переключения

контактов обеспечивается кинематической схемой устройства РПН.

Конструктивное исполнение устройства предусматривает автоматическое и местное управление процессом регулирования напряжения трансформаторов.

Устройство РНТА состоит из механизма переключения, осуществляющего

переключение нагрузки с одной отпайки регулировочной обмотки

трансформатора на другую, шкафа управления, обеспечивающего

управление функционированием механизма переключения.

Общий вид, габаритные размеры и основные составные части устройства РНТА приведены на рис. 2.2.3.

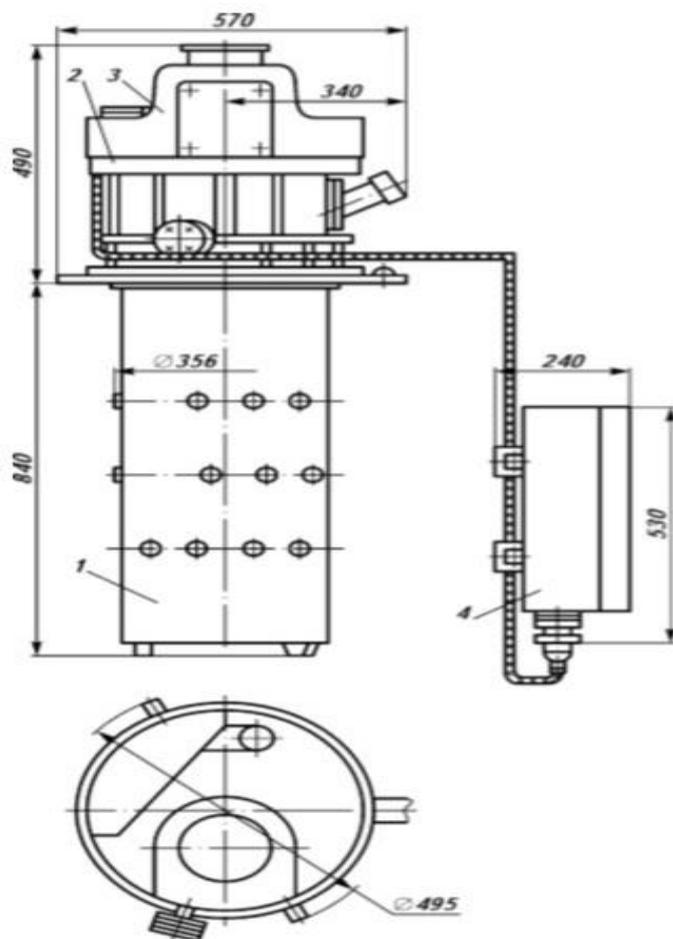


Рисунок 2.2.3 - Общий вид устройства РНТА

- 1 - контактное устройство;
- 2 - механизм блокировки;
- 3 - крышка;
- 4 - шкаф управления

Нужные технические характеристики для конкретного устройства РНТА обеспечиваются применением различных типоразмеров механизма переключения, его основной составной части - контактного устройства. Типоразмеры механизма переключения отличаются между собой по величине номинального тока, токоограничивающего сопротивления и климатическим исполнением. Устройство РНТА по своей конструкции

является погружным. Это означает, что механизм переключения встраивается в бак трансформатора, вне бака находятся несущий фланец и приводная часть (электродвигатель, элементы передачи) механизма переключения, а также отдельно устанавливаемый на баке трансформатора шкаф управления. Корпус механизма переключения герметизирован, что обеспечивает надежное отделение масла контактного устройства, загрязненного продуктами горения дуги, от масла трансформатора. Шкаф управления по конструкции представляет собой сварную конструкцию, в которой расположена аппаратура управления. Схема управлением устройства РНТА позволяет производить управление в автоматическом и местном режимах. Автоматический регулятор напряжения обеспечивает автоматическое поддержание заданного уровня напряжения на трансформаторе, а также обеспечивает коррекцию этого напряжения по току нагрузки. Защитное (струйное) реле обеспечивает защиту контактора от повреждений в режиме КЗ. Датчик-реле температуры обеспечивает контроль температуры масла в верхних слоях контактора.

В комплект поставки входят: автоматический регулятор напряжения; защитное (струйное) реле; датчик-реле температуры; запасные части по ведомости ЗИП; комплект эксплуатационной документ.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Анализ конкурентоспособности технического решения

На сегодняшний день возможность реализации того или иного проекта зависит не только от технических возможностей, но и от экономических, а именно от коммерческого потенциала, привлекательности для целевой аудитории и т.д.

В данной работе будет рассмотрена оптимизация режимов напряжения Сахалинской распределительной сети 10кВ.

Кроме выбора метода оптимизации режимов напряжения, также необходимо произвести SWOT-анализ для исследования внешней и внутренней среды проекта, планирование работ, рассчитать бюджет, который учитывает все затраты, связанные с его выполнением, а также выполнить расчет интегрального показателя ресурсоэффективности.

Для того, чтобы найти источники финансирования проекта, необходимо прежде всего определить коммерческую ценность работы.

Оптимизационный метод экономических значений энергии состоит в применении программ расчета рабочих режимов электрических сетей в часы их больших и малых нагрузок и выбора оптимального сочетания этих коэффициентов у потребителей, питающихся от различных узлов сети.

Оптимизационный метод расчета должен определять взаимоувязанные значения $\text{tg } \varphi_{\text{расч(э.о)}}$ на шинах 6-10 кВ подстанций 35-500/6-10 кВ, обеспечивающие минимум суммы затрат энергосистемы за производство и передачу по сети реактивной мощности и энергии потребителям и затрат потребителей на установку КУ. Значения $\text{tg } \varphi_{\text{расч(э.о)}}$ должны соответствовать часам максимума суточных нагрузок энергосистемы в квартале ее максимальной нагрузки.

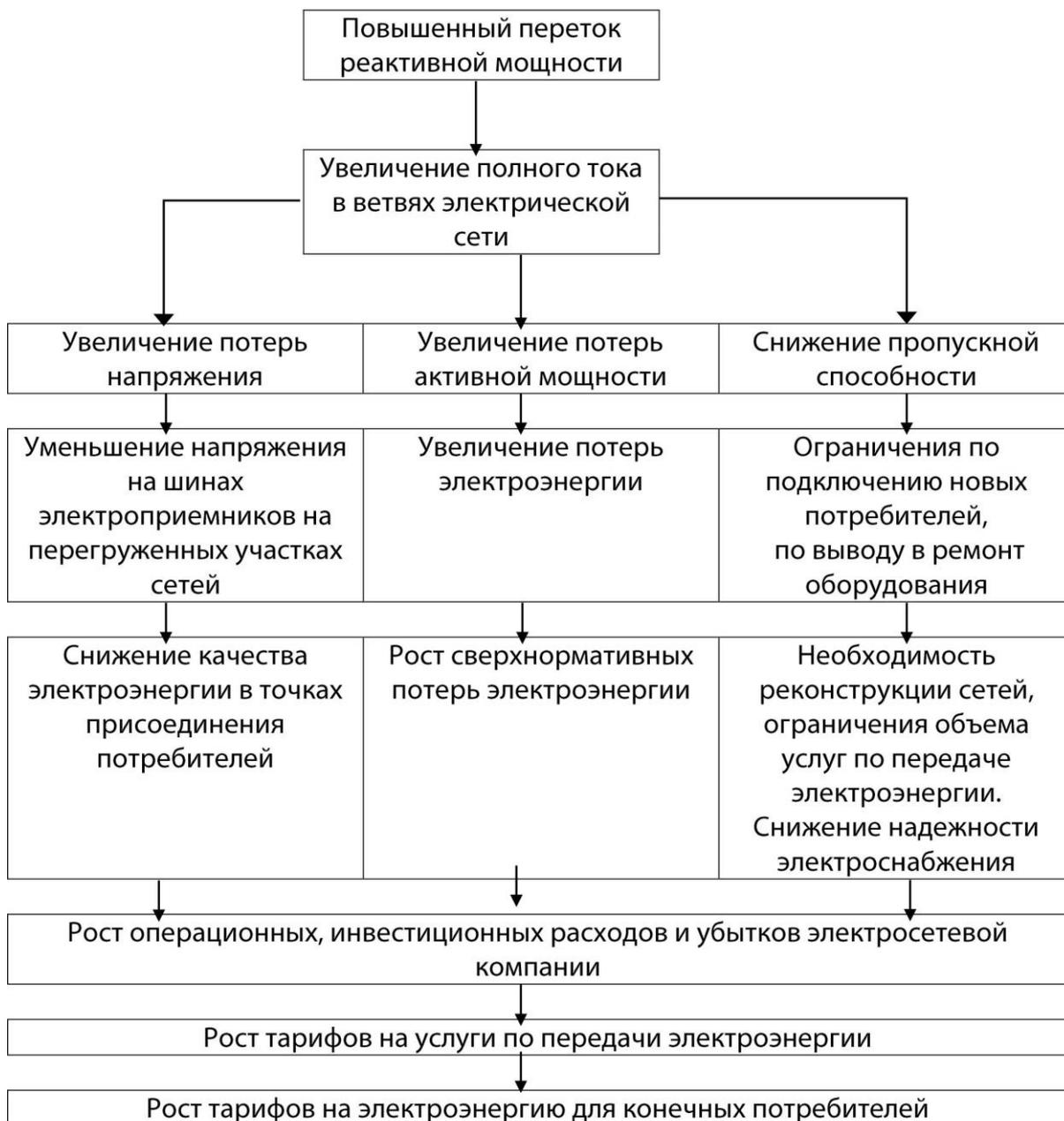


Рисунок 5.1 – Последствия снижения качества электроэнергии

Достоинства оптимизации режимов напряжения:

- увеличение пропускной способности существующих электрических сетей и связанную с этим экономию за счет вытеснения в приемной части энергосистемы замыкающих генерирующих мощностей с высокими удельными показателями;

- снижение потерь мощности и электроэнергии в электрическом оборудовании и уменьшение расхода электроэнергии на собственные нужды ПС;
- снижение недоотпуска электроэнергии потребителям;
- повышение качества электроэнергии и связанную с этим экономию за счет уменьшения платежей по штрафным санкциям;
- улучшение условий работы и уменьшение частоты срабатывания коммутационных аппаратов некоторых СКРМ (прежде всего ШР и БСК) и связанное с этим снижение затрат на планово-профилактические и восстановительные ремонты этого вида оборудования...» .

5.2 SWOT–анализ проекта

Комплексный анализ решения с наибольшей конкурентоспособностью произведём методом SWOT-анализа: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы). Анализ производится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 5.2.1– Итоговая матрица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны: С1. Простота эксплуатации; С2. Уменьшение затрат на производство и передачу электроэнергии; С3. Уменьшение затрат на установку компенсирующих устройств;</p>	<p>Слабые стороны: Сл1. Необходимость переобучения персонала; Сл2. Необходимость мониторинга за потреблением электроэнергии;</p>
<p>Возможности: В1. Улучшение качества электроэнергии без существенных затрат; В3. Развитие технологий в данной отрасли.</p>	<p>Стратегия при сопоставлении сильных сторон и возможностей: Привлечение средств государства для модернизации объектов электроэнергетики; Разработка универсального проекта, максимальная его унификация с целью применения на схожих объектах.</p>	<p>Стратегия при сопоставлении слабых сторон и возможностей: Снижение стоимости за счет использования аналогов другого (в т.ч. иностранного) производства; Проведение лекций для просвещения и обучения персонала.</p>
<p>Угрозы: У1. Отсутствие спрос на новые технологии; У2. Рост стоимости импортных комплектующих; У3. Уменьшение объема инвестиций в модернизацию электроэнергетической отрасли; У4. Экономическая ситуация в стране, влияющая на спрос; У5. Появление новых конкурентных разработок.</p>	<p>Стратегия при сопоставлении сильных сторон и угроз: Снижение стоимости за счет использования аналогов другого производства; Продвижение проекта как центрирование на его достоинствах.</p>	<p>Стратегия при сопоставлении слабых сторон и угроз: Дополнительная разработка проекта для успешной конкуренции с другими решениями; Нахождение новых путей поставки оборудования и инвестиций.</p>

Анализируя итоговую таблицу SWOT-анализа (таблица 2), сопоставляя сильные и слабые стороны с угрозами и возможностями, можно сделать вывод, что достоинства использования оптимизационного метода расчета экономических значений энергии превосходят недостатки и больше подходят для проектируемой распределительной сети, а поэтому такая реализация

проекта представляется наиболее целесообразной. Возможные препятствия на пути реализации технического решения можно исправить или избежать путем грамотного распределения ресурсов и правильной расстановки приоритетов.

5.3 Планирование научно-технического исследования

Для осуществления проекта необходимо произвести планирование комплекса предполагаемых работ.

Планирование работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Таблица 5.3.1 –Перечень этапов, работы распределенииисполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
борнаправления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Описание объекта исследования	Инженер
	4	Планирование работ по теме	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Анализ исходных данных в программном комплексе PowerFactory	Инженер
	6	Выбор метода оптимизации режимов напряжения	
	7	Расчет оптимизации режимов напряжения	
Контроль и координация проекта	8	Контроль качества выполнения проекта и консультирование студента	Руководитель

Обобщение и оценка результатов	9	Известности проделанной работы	Руководитель
Разработка технической документации и проектирование	10	Финансовый менеджмент проекта	Инженер
	11	Вопросы экологической безопасности	
	12	Составление пояснительной записки	

5.4 Определение трудоемкости выполнения работ

Одной из основных частей стоимости разработки проекта являются трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости работ каждого из участников научно-исследовательского проекта является важным этапом.

Для определения ожидаемого значения трудоемкости следующую формулу:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{mini} + 2 \cdot t_{maxi}}{5} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 3}{5} \approx 2 \text{ чел} - \text{дней};$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы человеко-дни;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяем продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} = \frac{2}{1} = 2 \text{ дня};$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы человеко-дни;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

5.5 Разработка графика проведения проекта

В данном разделе используем для построения ленточного графика проведения научных работ диаграмму Ганта, которая представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} = 2 \cdot 1,22 \approx 2 \text{ дней}$$

где T_{ki} - продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} - продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

Коэффициент календарности определяем по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 66} = 1,22$$

где $T_{\text{кал}}$ - количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ - количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ - количество праздничных дней в году.

Таблица 5.5.1 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях		Длительность работ в календарных днях	
	t_{min} , человеко-дни		t_{max} , человеко-дни		$t_{\text{ожс}}$, человеко-дни		T_{pi}		T_i	
	Руковод.	Студент	Руковод.	Студент	Руковод.	Студент	Руковод.	Студент	Руковод.	Студент
Составление и утверждение технического задания	1	–	3	–	2	–	2	–	2	–

Подбор и изучение материалов по теме	–	5	–	8	–	6	–	6	–	7
Описание объекта исследования	–	3	–	4	–	3	–	3	–	4
Календарное планирование работ по теме	1	–	2	–	1	–	1	–	1	–
Анализ исходных данных в программном комплексе Power Factory	–	7	–	10	–	8	–	8	–	10
Выбор методики оптимизации режимов	–	4	–	5	–	4	–	4	–	5
Расчет оптимизации режимов напряжения	–	7	–	10	–	8	–	8	–	10
Контроль качества выполнения проекта и консультирование студента	6	–	8	–	7	–	7	–	9	–
Оценка эффективности проделанной работы	5	–	7	–	6	–	6	–	7	–
Технико-экономические расчеты	–	6	–	8	–	7	–	7	–	9
Вопросы экологической безопасности	–	6	–	8	–	7	–	7	–	9
Составление пояснительной записки	–	5	–	7	–	6	–	6	–	7
Количество календарных дней для выполнения выпускной работы(руководитель)									19	
Количество календарных дней для выполнения выпускной работы(инженер)									61	
Количество календарных дней для выполнения выпускной работы									80	

5.6 Бюджет научно-технического исследования(НТИ)

5.6.1 Расчет материальных затрат НТИ

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

Данный раздел включает стоимость всех материалов, используемых при работе проекта:

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научно-исследовательского проекта;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении проектирования (шт., кг, м, м² ит.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² ит.д.);

Таблица 5.6.1.1 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена ед., руб.	Затраты на материалы, (Z_M), руб.
Бумага для принтера	упаковка	1	300	300
Бумага писчая	упаковка	1	150	150
Ручки, карандаши	штук	4	20	80
Степлер	штук	1	150	150
Скоросшиватели	штук	1	50	50

Картридж для принтера	штук	1	1900	1900
Итого:				2630

5.6.2 Амортизационные отчисления

В данном разделе будут рассчитаны расходы, связанные со специальным оборудованием, необходимым для работы над проектом.

Стоимость специального оборудования определяется согласно действующим ценам или по договорной цене.

Стоимость оборудования приведена в таблице 6.

Таблица 5.6.2.1– Стоимость оборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1.	Программный комплекс PowerFactory	1	974.6	974.6
2	Лицензия на программное обеспечение Microsoft Office	1	3,9	3,9
3	Персональный компьютер	1	25	25
4	Принтер	1	3	3
Итого:				713,3

В связи с длительностью использования, учитывается стоимость программного обеспечения с помощью амортизации:

$$A = \frac{\text{Стоимость} \cdot N_{\text{дней использ.}}}{\text{Срок службы} \cdot 365} = \frac{974600 \cdot 61}{5 \cdot 366} = 32487 \text{ руб.}$$

5.6.3 Оплата труда исполнителей темы

В данный раздел входит основная заработная плата научных и инженерно-технических работников.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зн} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8);

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{ТС} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p$$

где $Z_{ТС}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

k_{np} – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{ТС}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $Z_{ТС}$);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 5.6.3.1– Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней Выходные дни Праздничные дни	66	66
Потери рабочего времени отпуск невыходы по болезни	28	28
Действительный годовой фонд рабочего времени	272	272

Дополнительная заработная плата является доплатой, учитывающей условия труда, отклоняющейся от нормальной, а также выплаты, которые связаны с обеспечением компенсаций, гарантий. Величина дополнительной заработной платы определяется Трудовым кодексом РФ.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таблица 5.6.3.2–Расчёт оплаты труда

	водитель	Инженер
Заработная плата по тарифной ставке, ($Z_{\text{ТС}}$), тыс. руб.	15	8
Премимальный коэффициент ($k_{\text{пр}}$)	0,3	
Коэффициент доплаты надбавок ($k_{\text{д}}$)	0,15	
Районный коэффициент ($k_{\text{р}}$)	0,3	
Месячная заработная плата ($Z_{\text{м}}$), руб.	28,275	15,08
Среднедневная заработная плата ($Z_{\text{дн}}$), т. руб.	1,343	0,716
Продолжительность выполнения данного проекта ($T_{\text{р}}$), раб. дни	19	61

Основная заработная плата, начисленная за выполнение данного проекта(З _{осн}), тыс. руб	25,517	43,676
Коэффициент дополнительной заработной платы(кдоп)	0,13	
Дополнительная заработная плата исполнителей,(З _{доп}),тыс.руб.	3,317	5,678
Заработная плата (З _{зп}),тыс.руб.	28,834	49,354
Итого, тыс.руб.	78,188	

5.6.4 Отчисление во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Вданномразделебудутотраженыобязательныеотчисленияпоустановлен нымзаконодательствомРФнормаморганамгосударственногосоциальногострах ования(ФСС),пенсионногофонда(ПФ)имедицинскогострахования(ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величинаотчисленийвовнебюджетныефондыопределяетсяисходяизсле дующейформулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп})$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). В 2019 году равен 30,2%.

Отчисления во внебюджетныефондыпредставляемв табличнойформе (табл. 9).

Таблица 5.6.4.1– Отчисления во внебюджетныефонды

	Руководитель	Студент
Основнаязаработная плата,тыс.руб.	25,517	43,676
Дополнительнаязаработная плата,тыс. руб.	3,317	5,678
Коэффициентотчисленийвовнебюджетныефо нды	0.302	
Отчислениявовнебюджетныефонды,ты с.руб.	8.707	14.905
Итого, тыс. руб.	23.612	

5.6.5 Формирование бюджета затрат научно-технического исследования

Сумма затрат, связанных с выполнением проекта является основной статьей для формирования бюджета проекта. Этот бюджет будет представлен в качестве нижнего предела затрат на выполнение проекта при формировании договора с заказчиком.

Для формирования итоговой величины затрат суммируются все ранее рассчитанные затраты по отдельным статьям как в отношении руководителя, так и студента.

Определение бюджета затрат на научно-техническое исследование приведено в таблице 5.6.5.1.

Таблица 5.6.5.1–Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Доля бюджета %
1. Материальные затраты НТИ	2,63	1.9
Оплата труда:		
Основная заработная плата	69,193	50.5
Дополнительная заработная плата	8,995	6.6
3. Отчисления во внебюджетные фонды	23.612	17.3
Амортизация оборудования, используемого для проектирования	32.487	23.7
5. Бюджет затрат НТИ	136.917	100

5.7 Ресурсоэффективность

Ресурсоэффективность автоматизированной системы узла учета тепловой энергии определяется при помощи интегрального критерия ресурсоэффективности, который имеет следующий вид:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности; a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 5.7.1.

Таблица 5.7.1 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Безопасность	0,25	5
2. Надежность	0,25	5
3. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,20	4
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,15	4
5. Энергоэкономичность	0,15	3
Итого:	1,00	

Интегральный показатель ресурсоэффективности для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi} = 0,25 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,20 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 = 4,35$$

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности проекта имеет важное значение при выполнении раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». Его высокое значение говорит об эффективности использования технического проекта. Высокие баллы

безопасности и надежности, удобства в эксплуатации предполагаемый срок эксплуатации позволяют судить о корректно выполненной разработке системы.

В ходе выполнения данной части выпускной работы была доказана конкурентоспособность данного технического решения в сравнении с другими вариантами. С помощью SWOT-анализа были оценены сильные и слабые стороны, а также возможности и угрозы проекта.

Было произведено планирование работ, при этом длительность работ составила 80 дней (61 день – инженер, 19 дней – руководитель). Также был приведен ленточный график выполнения работ в виде диаграммы Ганта.

Кроме того был рассчитан бюджет НИИ, который составил 136,917 тыс.руб. При этом большая часть затрат приходится на выплату заработной платы.

Проведенная оценка ресурсоэффективности проекта дает достаточно неплохой результат (4,35 из 5), что свидетельствует об эффективности реализации технического проекта.

Список литературы

1. И.Г. Видяева, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова. Финансовый менеджмент, Ресурсоэффективность и ресурсосбережение: Учебное пособие. – Томск.: ТПУ, 2014. – 36 с.
2. Кузьмина Е.А. Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений «Методы менеджмента качества» №1 2003г.
3. Кузьмина Е.А. Кузьмин А.М. Функционально-стоимостный анализ.Экскурс в историю. «Методы менеджмента качества» №7 2002 г.
4. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие / Под ред. М.Г. Карпунина и Б.И. Майданчика. – М.: Энергия, 1980. – 175 с.
5. Скворцов Ю.В. Организационно-экономический вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2006. – 399 с.

6. Социальная ответственность

Введение

Социальную ответственность относят к одному из важнейших социально-экономических, санитарно-гигиенических и экологических мероприятий, направленных на обеспечение безопасных условий труда на станции.

Каждый работник имеет право на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены, а администрация обязана внедрять современные средства техники безопасности, предупреждающие возникновение профессиональных заболеваний рабочих и служащих.

Данный раздел выпускной квалификационной работы посвящен рассмотрению вопросов социальной ответственности при монтаже силового и других видов оборудования на подстанции. Также проведен анализ опасных и вредных факторов, предложены меры по устранению этих факторов или защиты от них. Рассмотрены вопросы экологической безопасности, чрезвычайных ситуаций и правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Анализ вредных факторов

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

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

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 способов 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 теплового излучение.

Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда согласно [28] «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- температура воздуха $t^{\circ} \text{C}$;
- относительная влажность $\varphi, \%$;
- скорость движения воздуха $v, \text{м/с}$;

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 21, при этом изменения температуры воздуха в течение смены не должны превышать 2°С и выходить за пределы величин, указанных в таблице 1. 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 6.1 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	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 ниже 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	15-75	0,1	0,3

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 [30]

На рабочем месте предусматривается искусственная приточно-вытяжная общеобменная вентиляция с расходом воздуха на одного работающего не менее 60 м³/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» [33].

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.

Таблица 6.2 – Характеристика зрительной работы

Характеристика зрительной работы	Наименьший эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Под-разряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение				Естественное освещение	
					освещенность на рабочей поверхности от цилиндрической освещенности, лк	показатель дискомфорта, M	коэффициент пульсации освещенности, $K_{п}$	КЕО, e_n , %		
								при верхнем или боковом	при боковом	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Различение объектов при фиксированной и нефиксированной линии зрения:										
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	А	1	не менее 70	500	150*	40 15**	10	4,0	1,5
			2	менее 70	400	100*	40 15**	10	3,5	1,2
Высокой точности		Б	1	не менее 70	300	100*	40 15**	15	3,0	1,0
			2	менее 70	200	75*	60 25**	20 15**	2,5	0,7
Средней точности		В	1	не менее 70	150	50*	60 25**	20 15**	2,0	0,5
			2	менее 70	100		60 25**	20 15**	2,0	0,5

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.

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» [29]

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.

Напряженность магнитного поля в соответствии с предельно допустимым уровнем на рабочем месте не должна превышать 8 кА/м [22].

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.

Анализ опасных факторов

Электробезопасность

Гигиеническое нормирование ГОСТ 12.1.038 – 82 «ССБТ.

Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» [21] устанавливает предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов, протекающих через тело человека при нормальном режиме работы электроустановок промышленного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц, ПУЭ [5].

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.

Таблица 6.3 – 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).
- 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.
- электрическая изоляция токоведущих частей;
- ограждение;
- сигнализация и блокировка;
- использование малых напряжений;

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

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 значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, является опасным фактором. В зависимости от условий производственной среды, в соответствии с «Правилами устройства электроустановок» [5], 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.

Экологическая безопасность

Загрязнение окружающей природной среды — один из факторов, наиболее существенно влияющих на продолжительность жизни и здоровье людей.

Среди объектов техногенного воздействия на компоненты природной среды ведущее место занимает топливно-энергетический комплекс (ТЭК). В настоящее время на территории Российской Федерации в отвалах и хранилищах накопилось около 80 млрд. т твердых отходов. Количество ежегодно образующихся токсичных отходов на предприятиях топливной промышленности составляет около 16% от всех отраслей промышленности РФ. Основная их доля образуется на предприятиях горнодобывающей, металлургической, химической, нефтегазовой промышленности. Практически каждый технологический процесс предприятий ТЭК сопровождается образованием отходов.

Производство строительных материалов является наиболее перспективной отраслью по использованию строительных отходов. Значительная доля в образовании отходов, как при строительстве, так и при эксплуатации предприятий ТЭК, принадлежит твердым бытовым отходам. Отсутствие предприятий по переработке бытовых отходов приводит к их захоронению на свалках. Такие объекты, как правило, расположены вблизи от населенных мест и являются мощным источником загрязнения окружающей среды и биогеоценноз влияния на здоровье людей. Наиболее перспективным по экологическим и экономическим показателям является рециклинг. Технологический этап переработки начинается с наиболее трудоемкого процесса — сортировки отходов. Важным этапом в подготовке к переработке является раздельный по видам сбор отходов самим населением.

Улучшить экологическую обстановку при обращении с отходами позволит выполнение следующих мероприятий:

- внедрение прогрессивных технологий по утилизации, переработке и обезвреживанию отходов;
- сокращение количества образующихся отходов путем внедрения малоотходных (безотходных) технологий;
- вовлечение в хозяйственный оборот (производственный цикл) в качестве вторичных материальных ресурсов образующиеся отходы;
- осуществление селективного сбора отходов по видам и классам опасности;
- организация мест временного безопасного накопления отходов на промышленной площадке;
- обязательное лицензирование деятельности по обращению с опасными отходами;
- инвентаризация мест размещения отходов производства и потребления;
- нормирование всех образующихся отходов и установление лимитов на их размещение;
- экономическое стимулирование предприятий, осуществляющих вовлечение отходов в хозяйственный оборот и внедрение малоотходных технологий;
- доленое участие различных отраслей промышленности в финансировании объектов сферы обращения с отходами;
- внедрение механизма залоговой стоимости переработки (утилизации, обезвреживания) амортизированной продукции (шин, аккумуляторов, тары, люминесцентных ламп) в товарную стоимость этой продукции;
- усиление контроля инспектирующих организаций и привлечение к ответственности за нарушение природоохранного законодательства предприятий в области обращения с отходами.

При разработке рабочего проекта строительства ВЛ учитывают требования законодательства об охране природы и основ земельного законодательства об охране природы и основ земельного законодательства. Трассу ВЛ стараются вести по территории малопродуктивных земель. Площадь земель, изымаемых во

временное или постоянное пользование, определяют в соответствии с "Нормами отвода земель для электрических сетей 0,4-500 кВ".

В процессе строительства и эксплуатации ВЛ для передвижения транспортных средств, монтажных и землеройных машин используют уже существующие дороги. После сооружения ВЛ земельные участки, используемые при строительстве во временном пользовании, приводятся в прежнее состояние. Черные и цветные металлы, изоляционные материалы - утилизируются.

Для сохранения почвенного слоя проводится рекультивация земель. С целью уменьшения порчи плодородного слоя земли перевозка грузов и основные стойительно-монтажные работы осуществляются в зимний период, когда грунт промерз и защищен слоем снега. В другие периоды, особенно при весенней и осенней распутице применяются механизмы, имеющие небольшое давление на единицу поверхности грунта.

При необходимости нарушения грунта плодородный слой собирается и сохраняется с дальнейшей рекультивацией.

В условиях, где проходимость наземных машин недостаточна; когда обычные методы монтажа неприемлемы, а так же с целью сохранения структуры грунта применяют вертолетную технику.

Различают постоянный отвод земельных площадей и временный - на определенный период. Отвод земель согласуется с землепользователем. Для постоянного пользования по время эксплуатации линии отводятся участки земли, необходимые для периодических осмотров и проведения ремонтных работ. Размер площади для каждой опоры определяется площадью, занимаемой каждой опорой плюс два метра вокруг ее. За участки постоянного отвода (обеспечение, сохранение, предотвращение ухудшения состав почвы, заболачивание) отвечает организация, эксплуатирующая ВЛ.

Выше перечисленные проблемы охраны окружающей среды можно решить, применяя безотходные технологии производства, замкнутые циклы, внедряя новейшие разработки в области очистки отходов, сточных вод, применяя возобновляемые источники энергии (энергию солнечной радиации,

ветра, приливов и отливов, геотермальную энергию), снижая потери электроэнергии в процессе производства, передачи и распределения электроэнергии.

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 максимальное 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

Пожар — неконтролируемый процесс горения, причиняющий материальный ущерб, опасность жизни и здоровью людей и животных.

Причины возникновения пожаров в помещении:

- несоблюдение правил эксплуатации производственного оборудования и электрических устройств;
- неосторожное обращение с огнём;
- самовозгорание веществ и материалов.

Противопожарные мероприятия и пожарная защита

Средства пожаротушения

Для быстрой локализации очагов возгорания служат ручные огнетушители.

Типы огнетушителей: ГОСТ 12.4.009 - 75, СНиП II - 90 -81, согласно МЮ РФ 27.06.2003г., № 4838, устанавливаются в количестве:

- огнетушитель порошковый ОП – 10,
- огнетушитель порошковый ОП – 20;
- углекислотно– бромэтиловый огнетушитель ОУБ – 7.

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 в приложении А;
- мероприятия режимного характера: запрещение курения в неустановленных местах, производства огневых работ в помещении;
- технологического эксплуатационные: своевременные профилактические осмотры и испытания оборудования.

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.

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.

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 обучение по теоретическим знаниям и практическим навыкам в работе в объеме 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.

Социальное страхование работников

Законодательством РФ созданы нормы обязательной защиты граждан, выраженные в виде социального страхования. Система гарантированных выплат обеспечивается внебюджетными фондами, бюджет которых формируется взносами работодателей.

Страхование работников является частью государственной программы по обеспечению надлежащего уровня жизни в случае болезни, несчастного случая на производстве или утраты рабочего места при наличии независимых от их воли причин (ликвидация или реорганизация предприятия и т.д.).

Социальное страхование работников предприятия – это одно из основных обязательств, которое берет на себя работодатель. За его выполнением установлен контроль ФСС, который вправе применять санкции относительно правонарушителя. Существует два основных вида социального обеспечения работников:

- пособия;
- пенсии.

Выплаты производятся в отделении, к которому относится место регистрации гражданина – матери или лица, принявшего опеку.

Список литературы

1. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
2. ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89).
3. РД 52.04.186. Комплект измерительный ИК для контроля компонентов в атмосферных осадках и покрове.
4. ГОСТ 12.1.002-84. Электрические поля промышленной частоты.
5. ГОСТ 12.1.003–83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
6. СНиП 23-05–95. Естественное и искусственное освещение.
7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.:Госкомсанэпиднадзор, 2003.
8. ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок.
9. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 12.03.2014) "Об охране окружающей среды"
10. ГОСТ 12.1.006–84.ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля(до 01. 01. 96).
11. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
12. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
13. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.
14. НПБ 105-03. Нормы пожарной безопасности. "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности"

15. Р2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
16. РД 34.03.604. Руководящие указания по защите персонала, обслуживающего распределительные устройства и воздушные линии электропередачи переменного тока напряжением 400, 500 и 750 кВ, от воздействия электрического поля. 1981
17. СанПиН 2.2.4.723-98. Переменные магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях
18. СанПиН 2.2.4.1191-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Электромагнитные поля в производственных условиях». – М.:Госкомсанэпиднадзор России, 2003.
19. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М.: МинздравРоссии, 1997.
20. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
21. СНиП 11 -90-81. Производственные здания промышленных предприятий.
22. СНиП 11-2-80. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.
23. СНиП II-90-81. Производственные здания промышленных предприятий.
24. СНиП 31-05-2003. Общественные здания административного назначения.

Заключение

При выполнении дипломной работы рассмотрены основные задачи оптимизации режимов электроэнергетической сети. Оптимизация режимов по напряжению произведена для Сахалинской распределительной сети 10кВ.

В результате расчета были закреплены знания в области электроэнергетики, полученные при изучении теоретического курса, и конкретизация их применительно к реальным элементам ЭЭС, а также приобретен начальный опыт оптимизации режимов ЭЭС.

Дана краткая характеристика объекта, проведен анализ выбора методики оптимизации ЭЭС. Оптимизация режимов напряжения распределительно сети проводилась при помощи программного комплекса «PowerFactory».

Список литературы

1. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание –М:ЗАО «Энергосервис», 2004г.
2. Правила технической эксплуатации электростанций и сетей РФ. Министерство энергетики Российской Федерации – М: ЗАО «Энергосервис», 2003г.
3. Управление качеством электроэнергетики. И.И.Карташов, В.Н.Тульский, Р.Г.Шаманов; под редакцией Ю.В.Шарова – М: Издательский дом МЭИ, 2006г.
4. Справочник по физической географии Сахалинской области. Сост. З.Н.Хоменко – Южно-Сахалинск: Сахалинское книжное издательство, 2003г.
5. Электроэнергетический справочник: В т.Т.З. Производство, передача и распределение электрической энергии. Под общ. ред.профессоров МЭИ В.Г.Герасимова и др.(гл.ред.А.И.Попов) – 9-е изд., стер. – М: Издательство МЭИ, 2004г.
6. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах. В.И.Дельчик, В.И.Веников, М.С.Лисаев – М: «Энергоатомиздат», 1985г.