

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

Институт ИНЭО

Направление подготовки – 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра – Электрических сетей и электротехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Расчет и модернизация подстанции 35/6 кВ Шерегешская

УДК 621.311.4.001.24-048.35(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А2ГС1	Леонов Алексей Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры электрических сетей и электротехники	Васильева О.В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Коршунова Л.А.	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Гусельников М.Э	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электрических сетей и электротехники	Прохоров А.В.	К. Т. Н.		

Томск – 2016 г

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

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные</i>		
Р 1	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа электроэнергетических систем и электрических сетей.	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОПК-2, ОПК-3), <i>CDIO Syllabus</i> (1.1), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 2	Уметь формулировать задачи в области электроэнергетических систем и сетей, анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.	Требования ФГОС (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3), <i>CDIO Syllabus</i> (2.1), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 3	Уметь проектировать электроэнергетические системы и электрические сети.	Требования ФГОС (ОК-3, ПК-3, ПК-4, ПК-9), <i>CDIO Syllabus</i> (4.4), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 4	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрооборудования, объектов электрических сетей энергосистем, а также энергосистемы в целом, интерпретировать данные и делать выводы.	Требования ФГОС (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-12, ПК-14, ПК-15), <i>CDIO Syllabus</i> (2.2), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области электроэнергетических систем и электрических сетей.	Требования ФГОС (ОПК-2, ПК-11, ПК-13, ПК-18), <i>CDIO Syllabus</i> (4.5), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 6	Иметь практические знания принципов и технологий электроэнергетической отрасли, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях.	Требования ФГОС (ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-16, ПК-17), <i>CDIO Syllabus</i> (4.6), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Универсальные</i>		
Р 7	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области электроэнергетических систем.	Требования ФГОС (ПК-20, ПК-19, ПК-21), <i>CDIO Syllabus</i> (4.3, 4.7, 4.8), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
		международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 8	Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в области электрических сетей энергосистем.	Требования ФГОС (ОК-5, ОПК-1, ПК-2), <i>CDIO Syllabus</i> (3.2, 4.7), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области электроэнергетических систем и сетей.	Требования ФГОС (ОК-6), <i>CDIO Syllabus</i> (3.1), Критерий 5 АИОР (п. 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 10	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-5, ОК-6), <i>CDIO Syllabus</i> (2.5), Критерий 5 АИОР (п. 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 11	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области электроэнергетических систем и сетей с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.	Требования ФГОС (ОК-4, ОК-8, ОК-9, ПК-3, ПК-4, ПК-10), <i>CDIO Syllabus</i> (4.1), Критерий 5 АИОР (п. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 12	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области электроэнергетических систем и сетей.	Требования ФГОС (ОК-7, ОК-8), <i>CDIO Syllabus</i> (2.6), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

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

Институт ИНЭО

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электрические сети и электротехника

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ЭСиЭ

(Подпись) (Дата) Прохоров А.В.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A2ГC1	Леонову Алексею Сергеевичу

Тема работы:

Расчет и модернизация подстанции 35/6 кВ Шерегешская

Утверждена приказом

№ 1029/с от 12.02.2016

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

В работе рассматривается реконструкция подстанции путем обновления оборудования и внедрения дистанционного управления подстанцией.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования;

Поиск источников по теме исследования; аналитический обзор источников по теме исследования; описание объекта, цели и постановка задач исследования; обоснование необходимости реконструкции подстанции; расчёт электрических нагрузок и общей мощности

<i>содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	подстанции; выбор числа и мощности силовых трансформаторов; расчёт токов короткого замыкания; выбор и проверка оборудования и аппаратуры; технико-экономические расчёты; производственная и экологическая безопасность; анализ результатов и перспектив выполненного исследования, заключение.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Однолинейная схема подстанции 35/6 кВ Шерегешская после реконструкции; результаты выполненного исследования.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент кафедры менеджмента Коршунова Л.А
Социальная ответственность	Доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности Гусельников М.Э
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: нет	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры электрических сетей и электротехники	Васильева О.В.	к. т. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A2ГС1	Леонов Алексей Сергеевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-5А2ГС1	Леонов Алексей Сергеевич

Институт	ИНЭО	Кафедра	Электрических сетей и электротехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроэнергетические системы и сети

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	- стоимость материалов и оборудования; - квалификация исполнителей; - трудоёмкость работы.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- нормы амортизации;
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	- отчисления в социальные фонды; - ставка дисконтирования; - налог на имущество; - налог на прибыль

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	- расчет коммерческой выгоды от реконструкции подстанции.
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	- формирование плана и графика проектирования.
3. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	- расчёт затрат на проектирование, определение стоимости проекта; - расчёт капитальных вложений и эксплуатационных издержек в реконструкцию подстанции.
4. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	- определение технико-экономической эффективности реконструкции подстанции.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. График выполнения проектных работ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А2ГС1	Леонов Алексей Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5А2ГС1	Леонов Алексей Сергеевич

Институт	ИНЭО	Кафедра	ЭСИЭ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

ЗАДАНИЕ

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>- Предмет исследования – подстанция «Шерегешская» 35/6 Данная ПС по степени опасности поражения электрическим током относится к особо опасным помещениям -вредные проявления (сильные электромагнитные поля, повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенная температура воздуха на рабочем месте) -опасные проявления; (опасные уровни напряжения в электрических цепях, замыкание которых может пройти через тело человека).</p>
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	ПУЭ, ПТЭЭП
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>Вредные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)
<p>1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита– источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, 	<p>Опасные производственные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита– источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины,

профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); <p>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников М.Э.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А2ГС1	Леонов Алексей Сергеевич		

Реферат

Дипломная работа содержит 88 с, 4 рис, 21 таблицу, 30 литературных источников.

Ключевые слова: подстанция, трансформатор, напряжение, кабель, система «Sirius».

Объектом исследования является: подстанция «Шерегешская» 35/6 кВ Таштагольского района в поселке Шерегеш запитанная с двух ВЛ 35кВ «Мустаг» и ВЛ-35кВ «Зеленая» от ПС 110/35 «Рудничная».

Цель данной работы: является повышение мощности подстанции «Шерегешская» за счет внедрением нового современного оборудования, а также внедрение дистанционного оборудования для управления подстанцией с пульта диспетчера.

В процессе работы производились расчеты установившихся режимов с максимальными, минимальными нагрузками и отключением одного трансформатора.

Результаты расчетов показали необходимость, замены трансформаторов на трансформаторы большей мощности, и компенсации реактивной мощности.

Реконструкция подстанции приведет к улучшению технико-экономических показателей соответственно повышению надежности оборудования и качества электроэнергии.

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

Термины и определения

Воздушная линия электропередачи (ВЛ) – устройство для передачи электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным при помощи изолирующих конструкций и арматуры к опорам, несущим конструкциям, кронштейнам и стойкам на инженерных сооружениях (мостах, путепроводах и т. п.) [9].

Энергосистема (ЭС) – это технический объект, включающий электростанции, приемники электрической энергии и электрические сети, которые соединены между собой и связаны общностью режима [9].

Подстанция (ПС) – электроустановка, предназначенная для приема, преобразования и распределения электрической энергии, состоящая из трансформаторов или других преобразователей электрической энергии, устройств управления, распределительных и вспомогательных устройств [8].

Трансформатор – это статическое электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанных обмоток на каком-либо магнитопроводе и предназначенное для преобразования посредством электромагнитной индукции одной или нескольких систем переменного тока в одну или несколько других систем переменного тока без изменения частоты системы переменного тока [9].

Регулирование под нагрузкой (РПН) - устройство регулирования напряжения трансформатора, изменяет число витков обмотки трансформатора. Применяется для поддержания нормального уровня напряжения у потребителей электроэнергии [6].

ОРУ - открытое распределительное устройство.

КРУ - комплексное распределительное устройство

РЗА – релейная защита и автоматика.

ПУЭ – правила устройства электроустановок.

«Sirius» - микропроцессорный терминал.

ДЗТ – дифференциальная защита трансформатора.

ГЗ – газовая защита.

МТЗ – максимально токовая защита.

АУВ – автоматическое управление выключателем.

Т – трансформатор.

АПВ – автоматическое повторное включение.

ИБП – источник бесперебойного питания.

АСДТУЭ -Автоматизированная система диспетчеризации
технического учета электроэнергии.

ПТС – программно-технические средства.

ЛВС - локальная вычислительная сеть.

Содержание

Реферат	9
Термины и определения	10
Введение.....	12
Раздел 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ТУРИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ШЕРЕГЕШ»	Error! Bookmark not defined. 15
1.1 Исторические сведения туристического комплекса «Шерегеш»	16
1.2 Характеристика существующего состояния внешнего электрообеспечения туристического комплекса «Шерегеш»	Error! Bookmark not defined. 16
1.3 Предпосылки развития туристического комплекса Шерегеш	Error! Bookmark not defined. 18
1.4 Предпосылки для реконструкции подстанции ПС 35/6 кВ «Шерегешская»	Error! Bookmark not defined. 18
Раздел 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ПС 35/6кВ «Шерегешская»	Error! Bookmark not defined. 20
2.1 Расчет и выбор силового трансформатора	Error! Bookmark not defined. 20
2.2 Расчет токов короткого замыкания.....	Error! Bookmark not defined. 22
2.3 Выбор и проверка электрических аппаратов и токоведущих частей на стороне высшего напряжения	Error! Bookmark not defined. 24
2.4 Защитные аппараты:	Error! Bookmark not defined. 28
2.5 . Выбор и проверка электрических аппаратов и токоведущих частей на стороне низшего напряжения	Error! Bookmark not defined. 31
3. Релейная защита и автоматика.....	Error! Bookmark not defined. 41
3.1. Управление, блокировка, измерение, учет и сигнализация	Error! Bookmark not defined. 42
3.2. Мероприятия по предотвращению импульсных помех и обеспечению электромагнитной совместимости для микропроцессорных устройств	Error! Bookmark not defined. 43
3.3. Автоматизированная система диспетчеризации, технического учета электроэнергии.....	Error! Bookmark not defined. 45
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	18
4.1 Введение	18
4.2 Планирование работ по проектированию и определение трудоемкости проектных работ	18
4.3 Расчет затрат на проектирование.....	21
4.3.1 Расчет заработной платы	21

4.3.2	Расчёт отчислений на социальные нужды.....	22
4.3.3	Материальные затраты	22
4.3.4	Амортизационные отчисления.....	23
4.3.5	Прочие расходы.....	23
4.3.6	Накладные расходы.....	24
4.3.7	Составление сметы затрат на проектирование	24
4.4	Экономическая эффективность реконструкции подстанции.....	24
4.4.1	Расчет капитальных вложений на приобретение и монтаж электрооборудования.....	24
4.4.2	Расчет эксплуатационных расходов.....	25
4.4.3	Расчёт показателей эффективности проекта	31
5	Социальная ответственность	Error! Bookmark not defined. 69
	Введение	Error! Bookmark not defined. 69
5. 1.	Производственная безопасность	Error! Bookmark not defined. 70
5.1.1	Анализ условий труда на подстанции «Шерегешская». Анализ возможных опасностей при работе под напряжением	Error! Bookmark not defined. 70
5.1.2	Анализ опасности поражения током в различных электрических сетях.....	Error! Bookmark not defined. 71
5.1.3	Анализ биологического воздействия электрического поля.....	Error! Bookmark not defined. 71
5. 2.	Экологическая безопасность	Error! Bookmark not defined. 72
5. 3.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Error! Bookmark not defined. 73
5.3.1	Противопожарные мероприятия и пожарная защита.....	Error! Bookmark not defined. 77
5.4.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Error! Bookmark not defined. 79
	Вывод:.....	Error! Bookmark not defined. 80
	Заключение	Error! Bookmark not defined. 81
	Список использованной литературы.....	Error! Bookmark not defined. 83

Введение

Данная подстанция была построена еще в самом начале семидесятых годов прошлого века. Оборудование, которое было установлено на тот момент на данной подстанции с прошествием времени устарело и морально и физически.

В связи с этими факторами, а также в связи с повышением количества потребителей запитанных от подстанции «Шерегешская» необходимо провести реконструкцию подстанции с полной заменой основного силового и вторичного оборудования. При реконструкции будем учитывать возможности установки дополнительного нового оборудования, которое поможет уменьшить количество отказов, и выходов подстанции из строя, а также появится возможность увеличить межремонтные интервалы, что в свою очередь позволит снизить затраты на эксплуатацию элементов подстанции, а высвобожденные на этом средства можно вкладывать в дальнейшую модернизацию подстанции.

Целью данного дипломного проекта является реконструкция подстанции «Шерегешская» с полной заменой всего оборудования, а также внедрение в подстанции системы «Sirius», которая позволит управлять подстанцией дистанционно с пульта диспетчера находящегося на смене, без вмешательства оперативного персонала.

Питание подстанции «Шерегешская» 35/6 кВ » осуществляется с двух ВЛ 35кВ «Мустаг» и ВЛ-35кВ «Зеленая». На стороне 35 кВ схема блока линия-трансформатор с масляными выключателями и разъединителями со стороны ВЛ 35 кВ. Работа силовых трансформаторов принята отдельной.

Установлены два трансформатора типа ТМН 6300/35 мощностью 6300 кВА с автоматическим регулированием напряжения под нагрузкой.

На напряжении 35 кВ принимаем выключатель элегазовый ВГБЭ-35-630/25 УХЛ1.В здании РУ-35 кВ располагается распределительное устройство 35 кВ, укомплектованное шкафами КРУ-2-10-20У3 с выключателем элегазовым ВГБЭ-35-630/25 УХЛ1На ОРУ-35 кВ

установлены разъединители типа трехполюсный РГПЗ СЭЩ-1а-II-35/1000 УХЛ1.

В РУ 35 кВ и выше применяются гибкие шины, выполненные проводами АС, которые крепятся на фарфоровых изоляторах.

Окончательно применен провод АС 95/15,9.

На ОРУ – 35 кВ установлены разрядники типа РВС – 35 для защиты от коммутационных и атмосферных перенапряжений, для защиты от прямых попаданий молний, в ЗРУ – РВП – 1 кВ.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ТУРИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ШЕРЕГЕШ»

1.1 Исторические сведения туристического комплекса «Шерегеш»

Гора Зеленая расположена в Кемеровской области, вблизи поселка **Шерегеш** длинна которой достигает 3900м, ширину около 3000м, перепад высот до 680м, а высшая точка над уровнем моря находится на отметке 1570м. В 1981 году был отстроен горнолыжный комплекс для проведения спартакиады народов СССР. После этого гора особо не пользовалась спросом, катанием и отдыхом среди населения. Трассы горнолыжного курорта Шерегеш проложены по восточному склону горы Каритшал (в переводе с шорского – "конец гривы, горного хребта"), имеющей также и русское название – Зелёная (второе имя гора получила за свой цвет). С начала же 2000-х годов Гора Зеленая стала известна как горнолыжный курорт и непрерывно развивающийся объект. В плане горнолыжного спорта Шерегеш известен огромным количеством снежного покрова. Толщина снежных покровов может составлять до 4х метров. На сегодняшний день **горнолыжный комплекс может похвастать** одними из лучших трасс в России как для начинающих горнолыжников, так и для самых умелых экстрималов и любителей фристайла. По современным требованиям международного стандарта комплексы позволяют проводить соревнования самых высоких уровней. Практически всегда на этой горе проводятся мировые чемпионаты. Климат Таштагольского района позволяет сезону катания быть очень длительным, обычно с конца октября по май. Однако не только спортсмены могут получать удовольствие от склонов. **Гора Зеленая** - отличное место где можно покататься на горных лыжах и сноуборде также и для любителей. Прекрасные горные пейзажи и чистейший воздух оставят массу приятных эмоций.

Обилие снега дает возможность великолепного катания в лесном массиве.

За это время количество туристов, посещающих горнолыжный курорт Гора Зеленая или как в последнее время отдыхающие называют этот курорт

«Геш» увеличилось с 30 тысяч до 1 миллиона человек в год, что делает его самым популярным горнолыжным курортом России. У подножия горнолыжных трасс горы Зеленой находится 28 различных гостиниц, ресторанов, кафе и шале. Зона катания горнолыжного курорта разбита на четыре части: Зеленая, Мустаг, Утуя и Курган. Сама же гора делится на три сектора это- сектор А, Южный и сектор и сектор Е (Малка и Скайвей)

На начало 2015 года на Горе Зеленой работают 19 подъемников: бугельные, кресельные, кресельные полузакрытого типа и гондольные.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Введение

В данной части работы определим затраты на выполнение данного проекта реконструкции подстанции 35/6 кВ «Шерегешская», рассчитаем себестоимость, общую стоимость проекта. Итоги расчётов стоимости проекта представим в смете затрат.

Технико-экономическую эффективность капиталовложений в реконструкцию подстанции 35/6 кВ «Шерегешская» настоящего проекта можно оценить по объёму полученной выручки от транзита электроэнергии через подстанцию до потребителей.

4.2 Планирование работ по проектированию и определение трудоемкости проектных работ

Для расчета основной заработной платы сотрудников отдела проектирования составляем график выполнения проектных работ (см. приложение 3). Для оценки объёма работ и трудоёмкости выполнения проекта, составляем перечень основных этапов работ, которые должны быть выполнены для подготовки проекта. При составлении графика учитываем, что работы для каждого сотрудника следуют друг за другом строго последовательно. Для определения ожидаемого значения продолжительности работ $t_{о.ж.}$ применим вариант, основанный на использовании двух оценок: t_{max} , t_{min} .

$$t_{о.ж.} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5},$$

где t_{min} – кратчайшая продолжительность данной работы;

t_{max} – самая длительная продолжительность работы.

При составлении графика работ считаем, что длительность одного рабочего дня $t_{рд}$ составляет 8 часов и на каждый час работы отводится 10 мин на перерывы в работе, т.е. эффективное время работы в день составит:

$$t_{эф} = 50 \text{ мин} \cdot 8 \text{ часов} / 60 \text{ мин} = 6,67 \text{ часа}$$

Тогда длительность выполнения этапа работ в днях можно определить по формуле:

$$T_i = \frac{t_{ож}}{6,67}$$

Таблица 14 - График выполнения проектных работ

№	Наименование работы	Исполнитель	Продолжительность работы, ч			Кол. раб. дней
			t _{мин}	t _{макс}	t _{ож}	
1	Разработка задания	Руководитель	2	4	2,8	1
2	Подбор необходимой литературы, источников информации	Ведущий инженер	6	10	7,6	2
		Инженер	20	24	21,6	3
3	Анализ полученной исходной информации	Руководитель	2	4	2,8	1
		Ведущий инженер	4	6	4,8	1
		Инженер	30	40	34	6
4	Определение существующих нагрузок подстанции «Шерегешская», перспектив развития и увеличения электрических нагрузок	Инженер	24	36	28,8	5
5	Определение конструктивного исполнения подстанции с учётом существующего установленного оборудования	Руководитель	2	4	2,8	1
		Ведущий инженер	2	4	2,8	1
		Инженер	12	20	15,2	3
6	Выбор вновь устанавливаемого оборудования	Ведущий инженер	2	4	2,8	1
		Инженер	12	20	15,2	3
7	Подготовка и расчёт схемы замещения подстанции	Инженер	8	12	9,6	2

Продолжение таблицы 14

8	Расчёт токов КЗ	Ведущий инженер	2	4	2,8	1
		Инженер	20	30	24	4
9	Проверка вновь выбранного оборудования, а также оборудования ОРУ-35 кВ на отключающую способность, прочность к электродинамическим нагрузкам и термическую стойкость	Инженер	30	40	34	6
10	Доработка электротехнической части по результатам проверочных расчётов	Инженер	6	10	7,6	2
11	Расчёт РЗА	Ведущий инженер	3	6	4,2	1
		Инженер	20	30	24	4
12	Проверка расчётной части проекта	Руководитель	2	4	2,8	1
		Ведущий инженер	2	4	2,8	1
		Инженер	20	28	23,2	4
13	Оценка экономической эффективности реконструкции, определение срока окупаемости проекта	Руководитель	2	4	2,8	1
		Ведущий инженер	3	6	4,2	1
		Инженер	20	26	22,4	4
14	Подготовка пояснительной записки	Ведущий инженер	3	6	4,2	1
		Инженер	100	150	120	18
15	Оформление графической части проекта	Ведущий инженер	3	6	4,2	1
		Инженер	60	80	68	11
16	Проверка и сдача проекта	Руководитель	10	16	12,4	2

По графику работ определим трудозатраты для каждого работника:

Таблица 15 – Трудозатраты на выполнение проектных работ

Работник	Кол-во дней
Руководитель	7
Ведущий инженер	11
Инженер	75

4.3 Расчет затрат на проектирование

Определим затраты, за счёт которых образуется себестоимость проекта. К таким затратам можно отнести:

1. Оплата труда (заработная плата разработчикам проекта);
2. Отчисления на социальные нужды (единый социальный налог);
3. Материальные затраты (приобретение расходных материалов, по большей части канцелярские принадлежности);
4. Амортизация основных фондов (износ мебели, оргтехники);
5. Прочие затраты;
6. Накладные расходы.

4.3.1 Расчет заработной платы

Расчёт заработной платы:

$$Z_n = \frac{O \cdot k_1 \cdot k_2}{21} \cdot X,$$

где: O – оклад; k_1 - коэффициент за отпуск (1,16 - для руководителя, 1,1 - для ведущего инженера, 1,08 - для инженера); k_2 - районный коэффициент (1,3); 21 - количество рабочих дней в месяце; X - количество рабочих дней затраченных на проект (таблица 15).

Для руководителя: Оклад – 32000 руб.

$$Z_{\text{рук}} = \frac{32000 \cdot 1,16 \cdot 1,3}{21} \cdot 7 = 16085 \text{руб}$$

Для ведущего инженера: Оклад – 26000 руб.

$$З_{п_{\text{Вед.инж}}} = \frac{26000 \cdot 1,1 \cdot 1,3}{21} \cdot 11 = 19475 \text{руб}$$

Для инженера: Оклад – 22000 руб.

$$З_{п_{\text{Инж}}} = \frac{22000 \cdot 1,08 \cdot 1,3}{21} \cdot 75 = 110314 \text{руб}$$

Итого фонд заработной платы
 $\Phi З П = \sum З п = 16085 + 19475 + 110314 = 145874 \text{руб.}$

4.3.2 Расчёт отчислений на социальные нужды

Размер отчислений на социальные нужды (единый социальный налог) составляет 30% от ФЗП.

Сумма начислений на социальные нужды составляет:

$$И_{\text{сн}} = \sum З п \cdot 0,3 = 145874 \cdot 0,3 = 43762 \text{руб.}$$

4.3.3 Материальные затраты

К материальным затратам или расходным материалам относятся: бумага, картриджи для принтера, плоттера, канцелярские принадлежности, носители информации и др.

Таблица 16 – Материальные затраты

Материал	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость, руб	Итого, руб
Печатная бумага А4	Пачка	1	170	170
Печатная бумага А3	Пачка	0,1	350	35
Печатная бумага для плоттера А0	шт	5	100	500
CD 650 Мб	шт.	2	50	100
Канц. товары	набор	3	400	1200
Итого:				2005

4.3.4 Амортизационные отчисления

Амортизационные отчисления начисляются за счёт износа имеющихся основных средств производства. Амортизационные отчисления считаются по следующей формуле:

$$I_{AM} = \frac{T_{и}}{T} \cdot N_{а} \cdot \Phi_{п},$$

где $\Phi_{п}$ - первоначальная стоимость оборудования; $N_{а}$ - норма амортизации; $T_{и}$ - количество дней использования оборудования; T - количество календарных дней в году.

По графику выполнения проектных работ общая продолжительность проектирования составляет $T_{и} = 77$ дней

Таблица 17 – Амортизационные отчисления

Наименование	Количество	$\Phi_{п}$, руб	$N_{а}$, %	$I_{ам}$, руб
Компьютер	3	50000	20	6329
Принтер	1	20000	10	422
Стол	4	8000	10	675
Стул	3	4000	10	253
Итого $I_{ам}$				7679

Амортизационные затраты составляют $I_{ам} = 7679$ рубля.

4.3.5 Прочие расходы

Прочие неучтенные прямые затраты включают в себя все расходы связанные с не предусмотренными в предыдущих статьях, платежи по страхованию, оплата услуг связи, представительские расходы, затраты на ремонт и прочее. Принимаем размер прочих затрат как 15% от суммы всех ранее рассчитанных расходов.

$$I_{IP} = 0,15 \cdot (I_{ФЗП} + I_{СН} + I_{AM} + I_{МЗ}) = 0,15 \cdot (145874 + 43762 + 2005 + 7679) = 29898 \text{ руб}$$

4.3.6 Накладные расходы

Принимаем 150% от ФЗП и включают в себя затраты на хозяйственное обслуживание помещения, обеспечение нормальных условий труда, оплату за энергоносители и другие косвенные затраты.

$$I_{\text{накл}} = 1,5 \cdot I_{\text{ФЗП}} = 1,5 \cdot 145874 = 218811 \text{ руб.}$$

Себестоимость проекта:

$$I = \sum I = 145874 + 43762 + 2005 + 7679 + 29898 + 218811 = 448029 \text{ руб}$$

4.3.7 Составление сметы затрат на проектирование

Принимаем рентабельность 15%, тогда прибыль:

$$Pr = 0,15 \cdot I = 0,15 \cdot 448029 = 67204 \text{ руб}$$

Стоимость проекта:

$$C_{\text{пр}} = Pr + I = 67204 + 448029 = 515233 \text{ руб}$$

Смета затрат на проектирование представлена в таблице 18

Таблица 18 – Смета затрат

Вид расходов	Обозначение	Сумма, р.
Заработная плата	$I_{\text{ФЗП}}$	145874
Отчисления в социальные фонды	$I_{\text{сн}}$	43762
Материальные затраты	$I_{\text{м}}$	2005
Амортизация	$I_{\text{ам}}$	7679
Прочие расходы	$I_{\text{пр}}$	29898
Накладные расходы	$I_{\text{накл}}$	218811
Себестоимость проекта	I	448029
Прибыль	Pr	67204
Стоимость проекта	$C_{\text{пр}}$	515233

4.4 Экономическая эффективность реконструкции подстанции

4.4.1 Расчет капитальных вложений на приобретение и монтаж электрооборудования

Для расчета составляется смета затрат на приобретение и монтаж электрооборудования, в которой учитываем не только затраты на приобретение оборудования, но всё сопутствующие издержки, связанные с

доставкой, хранением, монтажом и наладкой оборудования. Смета затрат представлена в таблице 19.

Таблица 19 – Смета затрат на приобретение и монтаж электрооборудования

Наименование электрооборудования	Кол-во	Сметная стоимость за единицу, тыс. р.	Итого, р.
Трансформатор ТМГ6300	2	7900	15800
КРУН-6 кВ	1	6700	6700
Итого стоимость оборудования			22500

Продолжение таблицы 19

Транспортные расходы 10%			2280
Строительно-монтажные работы 20%			4560
Пуско-наладочные работы 10 %			2280
Заготовительно-складские расходы 1,2%			273
Плановые наложения от строительно-монтажных работ 6%			1368
Всего затрат			33562

Стоимость единицы электрооборудования определяется по учету основных фондов цеха или по договорным ценам на электрооборудование и аппаратуру.

Кроме стоимости электрооборудования, как было отмечено выше, смета затрат включает в себя транспортные расходы, заготовительно-складские расходы, пуско-наладочные работы и плановые наложения строительно-монтажных организаций.

4.4.2 Расчет эксплуатационных расходов

1. Эксплуатационные расходы (издержки) включают в себя:
2. Расходы на содержание обслуживающего и ремонтного персонала;
3. Амортизационные отчисления;
4. Издержки на потерях электроэнергии в оборудовании;
5. Затраты на вспомогательные материалы и запасные части для ремонта;
6. Затрат на электроэнергию, потребляемую собственными нуждами;

4.4.2.1 Расходы на обслуживающий и ремонтный персонал

Расходы на обслуживающий персонал в первую очередь зависят от трудоёмкости и периодичности проведения планового обслуживания и ремонта оборудования.

Трудоёмкость ремонта электрооборудования зависит от его конструктивных и ремонтных особенностей, технического состояния, технологии ремонта и измеряется количеством затраченного труда ремонтного персонала в человеко-часах, необходимых для выполнения данного вида ремонта.

Планирование работы электроремонтных служб, учёт ремонтных работ и отчётность по ним рекомендуется осуществлять на основе укрупнённых норм трудоёмкости [9].

Годовая трудоёмкость ремонтов определяется по формуле

$$T_p = \sum N \cdot \left(\frac{T_{тр}}{n_{тр}} + \frac{T_{кр}}{n_{кр}} \right),$$

где N – количество однотипного оборудования;

$T_{тр(кр)}$ – трудоёмкость одного текущего (капитального) ремонта, час;

$n_{тр(кр)}$ – периодичность текущего (капитального) ремонта, лет

Таблица 20 – Трудоёмкость ремонтов

Наименование оборудования	Кол-во	Периодичность ремонтов 1 раз в n лет		Трудоёмкость одного ремонта, чел-ч		Трудоёмкость за 1 год, чел-ч
		ТР	КР	ТР	КР	
Вновь устанавливаемое оборудование:						514
Трансформатор ТМГ 6300	2	3	12	155	777	233
Трансформатор напряжения 6 кВ	2	3	12	7	24	9
ОПН-6	14	1	6	1	4	23
Разъединитель 6 кВ	1	2	6	2	8	2
Выключатель 6 кВ 630 А	12	1	3	7	23	176
Выключатель 6 кВ 1600 А	3	1	3	11	38	71

Годовая продолжительность ремонтов определяется по формуле

$$P_p = \sum N \cdot \left(\frac{P_{тр}}{n_{тр}} + \frac{P_{кр}}{n_{кр}} \right),$$

где N – количество однотипного оборудования;

$P_{тр(кр)}$ – продолжительность одного текущего (капитального) ремонта, час;

$n_{тр(кр)}$ – периодичность текущего (капитального) ремонта, лет

Продолжительность ремонтов электрооборудования запланированных на год представлена в таблице 21.

Таблица 21 – Продолжительность ремонтов электрооборудования

Наименование оборудования	Кол-во	Периодичность ремонтов 1 раз в n лет		Простой в ремонте, ч		Продолжительность ремонтов, час/год
		ТР	КР	Т Р	КР	
Вновь устанавливаемое оборудование:						222
Трансформатор ТМГ 6300	2	3	12	24	486	97
Трансформатор напряжения 6 кВ	2	3	12	4	12	5
ОПН-6	14	1	6	1	2	19
Разъединитель 6 кВ	1	2	6	1	4	1
Выключатель 6 кВ 630 А	12	1	3	4	8	80
Выключатель 6 кВ 1600 А	3	1	3	4	8	20

Рассчитаем количество добавленного персонала для обеспечения ремонтов вновь вводимого оборудования:

Для одного члена бригады примем:

Количество выходов – $N_{вых} = 20$

Количество часов работы в месяц – $T_{мес} = 160$ ч

Количество часов работы в год – $T_{год} = T_{мес} \cdot 12 - T_{отп}$

Где $T_{отп}$ – количество часов нахождения в отпуске, примем 8ч·36дн = 288 ч

Тогда $T_{год} = T_{мес} \cdot 12 - T_{отп} = 160 \cdot 12 - 288 = 1632$ ч

В соответствии с таблицей 20, трудоёмкость ремонтов вновь вводимого в работу оборудования составляет 626 часов.

Тогда количество добавленных членов ремонтного персонала составит:

$$N_{\text{рем.перс}} = T_p / T_{\text{год}} = 626 / 1632 = 0,38 \text{ чел}$$

Принимаем, что количество ремонтного персонала достаточное и увеличивать количество членов бригады не требуется.

Также считаем, что увеличивать количество оперативного персонала также не требуется. Т.е. $I_{\text{обсл.рем}} = 0$

4.4.2.2 Амортизационные отчисления

Годовые амортизационные отчисления рассчитываем по формуле

$$I_{\text{ам}} = \frac{K \cdot N_A}{100} \text{ руб.},$$

где K – сумма затрат на приобретение и монтаж электрооборудования;

N_A - норма амортизационных отчислений, $N_A = 6,4 \%$

$$I_{\text{ам}} = \frac{33562 \cdot 6,4}{100} = 2148 \text{ тыс.руб}$$

4.4.2.3 Издержки на потерях электроэнергии в оборудовании

При транзите мощности через электрооборудование подстанции часть электроэнергии рассеивается тепловыми и электромагнитными потерями. Так как шинные мосты, выключатели обладают ничтожно малыми сопротивлениями, то можно считать, что все потери электроэнергии происходят в силовых трансформаторах.

Определим потери мощности во вновь установленных силовых трансформаторах.

Реактивные потери при холостом ходе ΔQ_{xx} , квар, по формуле:

$$\Delta Q_{xx} = 2 \cdot \frac{I_{xxT3}}{100} \cdot S_{\text{номТЗ}} \quad \Delta Q_{xx} = 2 \cdot \frac{0,8}{100} \cdot 6300 = 100,8 \text{ кВАр}$$

где I_{xx} – ток холостого хода, %, $I_{xxT3} = 0,8 \%$;

$S_{\text{НОМ Т3}}=6300$ кВА– номинальная мощность силового трансформатора

Реактивные потери при коротком замыкании $\Delta Q_{\text{кз}}$, квар, по формуле

$$\Delta Q_{\text{кз}} = 2 \cdot \frac{u_{\text{кзи}}}{100} \cdot S_{\text{НОМ Т3}} \quad \Delta Q_{\text{кз}} = 2 \cdot \frac{6,5}{100} \cdot 6300 = 819 \text{ кВАр}$$

где $u_{\text{кз}}$ напряжение короткого замыкания, %, $u_{\text{кзТ3}} = 6,5$ %

Приведенные потери активной мощности при коротком замыкании $\Delta P_{\text{кз}}'$, кВт, по формуле:

$$\Delta P_{\text{кз}}' = 2 \cdot (\Delta P_{\text{кзТ3}} + k_{\text{пп}} \cdot \Delta Q_{\text{кзТ3}}), \quad \Delta P_{\text{кз}}' = 2 \cdot (46,5 + 0,05 \cdot 819/2) = 133,95 \text{ кВт}$$

где $k_{\text{пп}}$ – коэффициент повышения потерь, $\frac{\text{кВт}}{\text{квар}}$, $k_{\text{пп}} = 0,05 \frac{\text{кВт}}{\text{квар}}$;

$\Delta P_{\text{кз}}$ – потери активной мощности при коротком замыкании, кВт,

$$\Delta P_{\text{кзТ3}} = 46,5 \text{ кВт}$$

Приведенные потери активной мощности при холостом ходе $\Delta P_{\text{хх}}$, кВт, по формуле:

$$\Delta P_{\text{хх}}' = 2 \cdot (\Delta P_{\text{ххТ3}} + k_{\text{пп}} \cdot \Delta Q_{\text{ххТ3}}), \quad \Delta P_{\text{хх}}' = 2 \cdot (8 + 0,05 \cdot 100,8/2) = 21,04 \text{ кВт}$$

где $\Delta P_{\text{хх}}$ – потери активной мощности при холостом ходе, кВт,

$$\Delta P_{\text{ххТ3}} = 8 \text{ кВт}$$

Полные приведенные потери активной мощности $\Delta P'$, кВт, по формуле:

$$\Delta P' = \Sigma(\Delta P_{\text{хх}i}' + \beta_i^2 \cdot \Delta P_{\text{кзи}}') = \Delta P_{\text{хх}} + (\beta_{\text{Т3}}^2 + \beta_{\text{Т4}}^2) \Delta P_{\text{кз}}'/2$$

где β – коэффициенты загрузки трансформаторов,

$$\beta_{\text{Т3}} = 0,736, \quad \beta_{\text{Т4}} = 0,797,$$

$$\Delta P' = 21,04 + (0,736^2 + 0,797^2) \cdot 133,95/2 = 99,86 \text{ кВт}$$

Стоимость потерь активной мощности трансформаторов $I_{\text{п}}$, тыс. руб., по формуле

$$I_{\text{п}} = C_0 \cdot \Delta P' \cdot T_{\text{г}},$$

где C_0 – удельная стоимость потерь (тариф, по которому сетевая организация приобретает электроэнергию), $C_0 = 1,55 \frac{\text{руб}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$;

где $T_{\text{г}}$ – годовое число часов работы. Число часов работы в год можно принять с учётом плановых простоев оборудования. Наиболее длительный

простой наблюдается при выводе в ремонт силового трансформатора, по таблице 21 среднегодовое время простоя составляет 97 часов. Тогда $T_r = 8760 - 97 = 8663$ ч

$$I_{\Pi} = 1,55 \cdot 99,86 \cdot 8663 = 1040 \text{ тыс. руб.}$$

4.4.2.4 Затраты на вспомогательные материалы и запасные части на ремонт

Расчет вспомогательных материалов и запасных частей на ремонт производим по формуле

$$I_M = a \cdot C_b$$

где a – норматив расхода запасных частей на ремонт электрооборудования, $a = 0,03$

C_b – балансовая стоимость электрооборудования

$$I_M = 0,03 \cdot 33562 = 1006,9 \text{ тыс.руб.}$$

4.4.2.5 Расчёт стоимости потребления собственных нужд

Потребителями собственных нужд на вновь введенном в работу оборудовании являются:

- установка кондиционирования внутри КРУ;
- обогрев комплектного распределительного устройства 6 кВ;
- освещение площадки трансформаторов и комплектного распределительного устройства 6 кВ;
- цепи автоматики и защит.

К расчёту принимаем, что среднегодовая потребляемая мощность трансформаторами собственных нужд $P_{\text{потрСН}} = 40 + 0,001 \cdot (S_{T3} + S_{T4})$ кВт. Так, при $S_{T3} = 4637,4$ МВА и $S_{T4} = 5019,3$ МВА стоимость потребления собственных нужд составит

$$I_{\text{СН}} = C_0 \cdot P_{\text{СН}} \cdot 8760 = 1,55 \cdot (40 + 0,003 \cdot (4637,4 + 5019,3)) \cdot 8760 = 936,5 \text{ т.руб.}$$

4.4.2.5 Суммарные эксплуатационные издержки

Суммарные эксплуатационные издержки, ввиду отсутствия добавленного персонала для ремонта и обслуживания вновь вводимого оборудования будут состоять из амортизационных издержек, издержек на потерях электроэнергии в оборудовании и затрат на вспомогательные материалы и запасные части для ремонта

$$I_{\text{сум}} = I_{\text{ам}} + I_{\text{обсл.рем}} + I_{\text{п}} + I_{\text{м}} + I_{\text{СН}} = 2148 + 1050 + 1006,9 + 936,5 = 5141,4 \text{ т. руб}$$

4.4.3 Расчёт показателей эффективности проекта

Для определения экономической эффективности от введения новых мощностей на подстанции зададимся следующими условиями:

- капитальные вложения (включая затраты на проектирование) осваиваются с течение одного года;

- перевод нагрузки с Т1 и Т2 на Т3 и Т4 осуществляется в конце года строительства;

- стоимость транзита электроэнергии из энергосистемы до потребителей составляет $C_{\text{тр}} = 0,6$ руб/кВт·ч, т.е. стоимость электроэнергии для потребителей составляет $C_{\text{потр}} = C_0 + C_{\text{тр}} = 1,55 + 0,6 = 2,05$ руб/кВт·ч.

- горизонт расчёта экономических показателей составляет 10 лет;

- ставка дисконтирования равна 10 %;

- налог на имущество составляет 2,2 %;

- налог на прибыль составляет 20%;

- увеличение нагрузок потребителей в первый год после ввода в эксплуатацию составляет по 800 кВА на один трансформатор и далее по 400 кВА до достижения коэффициента загрузки трансформаторов 0,75;

Расчёт показателей экономической эффективности проекта представлен в приложении В.

По результатам расчётов было выявлено следующее:

- срок окупаемости составил 6 лет (с года ввода в эксплуатацию) – достаточно невысокий для объектов энергетики;

- Индекс доходности $PI = 1,68 > 1$ – проект экономически эффективен;
- Внутренняя норма доходности составила 21%. Т.е. если при строительстве использовались кредитные средства, то ставка по кредиту (в рамках горизонта расчета) не должна быть больше этой величины.