

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

Институт: Энергетический
Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Кафедра: Электрические сети и электротехника

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Реконструкция системы электроснабжения г. Тайга

УДК 621.31.031.001.6-044.922(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3 - 5A12	Тоцкий Виктор Петрович		10.06.2016

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры электрических сетей и электротехники	Готман Владимир Иванович	к.т.н., доцент		11.06.2016

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Коршунова Лидия Афанасьевна	к.т.н., доцент		11.06.2016

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Бородин Юрий Викторович	к.т.н., доцент		11.06.2016

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электрические сети и электротехника	А.В. Прохоров	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

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

Институт: Энергетический
Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Кафедра: Электрические сети и электротехника

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ЭСиЭ

_____ А.В. Прохоров
(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме: бакалаврской выпускной квалификационной работы
Студенту:

Группа	ФИО
3 - 5A12	Тоцкому Виктору Петровичу

Тема работы:

Реконструкция схемы энергоснабжения города Тайги

Утверждена приказом

Дата: 12.02.2016 № 1026/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

10 июня 2016 года

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>	<p>Объектом исследования является часть электрической схемы энергоснабжения городских электрических сетей, которая состоит из воздушных и кабельных линий, трансформаторных подстанций.</p>
<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,</i></p>	<p>- Расчет режимов электрической схемы с применением ЭВМ; - Расчёт параметров схемы; - Расчёт режимов на ЭВМ с помощью программы КУ – 2002; анализ полученных результатов; - Расчет стоимости потерь холостого хода и короткого замыкания по I варианту подключения нагрузки;</p>

<i>подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Определение потерь и стоимости потерь трансформатора ТП - 95 после проведения реконструкции по II варианту подключения нагрузки; - Определение годовых издержек по I и II варианту подключения нагрузок;
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Однолинейная схема-6кВ г. Тайга; Оперативная схема ЦПП; Участок сети до реконструкции.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент кафедры менеджмента Коршунова Лидия Афанасьевна
Социальная ответственность	Доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности Бородин Юрий Викторович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	09.02.2016 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры электрических сетей и электротехники	Готман Владимир Иванович	к.т.н., доцент		09.02.2016 г..

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3 - 5A12	Тоцкий Виктор Петрович		09.02.2016 г..

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A12	Тоцкому Виктору Петровичу

Институт	ЭНИН	Кафедра	Электрические сети и электротехника
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	- стоимость материалов и оборудования; - квалификация исполнителей; - трудоёмкость работы.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- нормы амортизации; - размер минимальной оплаты труда.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	- отчисления в социальные фонды

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	- формирование вариантов решения с учётом научного и технического уровня
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	- планирование выполнения проекта; - расчет бюджета на проектирование; - расчет капитальных вложений в основные средства
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	- определение научно-технической эффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. График проведения НИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Коршунова Лидия Афанасьевна	Кандидат технических наук		14.04.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A12	Тоцкий Виктор Петрович		14.04.2016

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A12	Тоцкому Виктору Петровичу

Институт	Электронного образования	Кафедра	Электрические сети и электротехника
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

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>Предметом исследования является подстанция, основное рабочее место располагается в производственном помещении ПАО «ТРК».</p> <p>-вредные проявления (электромагнитные поля, повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенная температура воздуха на рабочем месте)</p> <p>-опасные проявления (опасные уровни напряжения в электрических цепях, замыкание которых может пройти через тело человека; а так же проявления пожарной и взрывной природы).</p>
--	--

1. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	ПУЭ, ПТЭ, ПТБ
--	---------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>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>В данном разделе будет рассмотрена:</p> <ul style="list-style-type: none"> – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
<p>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, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Данная глава посвящается изучению:</p> <ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, средства защиты); – пожаро-, взрыво-безопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
<p>3. Охрана окружающей среды:</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 	<p>Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на

<i>окружающей среды.</i>	<i>литосферу (отходы); разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</i>
<p>4. Защита 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>Защита 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; <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>
<p>5. 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; <p>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</p>
Перечень графического материала:	
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Ю.В.	к.т.н. доцент		14.04.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-5А12	Тоцкий Виктор Петрович		14.04.2016

высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Энергетический

Направление подготовки: 13.03.02. Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования: бакалавриат

Кафедра: Электрические сети и электротехника

Период выполнения: весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы: Бакалаврская выпускная квалификационная работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы: 20 июня 2016 года

Дата контроля	Название раздела/ вид работы	Максимальный балл раздела
15.03.2016	<i>Обзор математических методов оценки статической апериодической устойчивости энергосистем и особенности расчета, предельных по статической устойчивости режимов;</i>	15
10.04.2016	<i>Подготовка электронной модели Тайгинской энергосистемы и расчеты рабочих режимов;</i>	20
15.05.2016	<i>Математическая модель эквивалентирования подсистем на базе режимных параметров и определение параметры промежуточных подсистем;</i>	20
01.06.2016	<i>Расчет и анализ предельных по статической устойчивости режимов с учетом представления промежуточных подсистем эквивалентными схемами.</i>	20
03.06.2016	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	15
06.06.2016	<i>Социальная ответственность</i>	10
10.06.2016	<i>Выполненный дипломный проект</i>	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент. кафедры ЭСиЭ	Готман Владимир Иванович	к.т.н., доцент		09.02.2015 г..

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электрические сети и электротехника	А.В. Прохоров	к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Направление ООП: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электроэнергетические системы и сети

Кафедра, институт: кафедра «Электрические сети и электротехника», Энергетический институт

Результат обучения	
Профессиональные компетенции	
Р 1	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа электрических устройств, объектов и систем.
Р 2	Уметь формулировать задачи в области электроэнергетики и электротехники, анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.
Р 3	Уметь проектировать электроэнергетические и электротехнические системы и их компоненты.
Р 4	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники, интерпретировать данные и делать выводы.
Р 5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области электроэнергетики и электротехники.
Р 6	Иметь практические знания принципов и технологий электроэнергетической и электротехнической отраслей, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях.
Универсальные компетенции	
Р 7	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области электроэнергетики и электротехники
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 областях электроэнергетики и электротехники.
Р 9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области электроэнергетики и электротехники.
Р 10	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
Р 11	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области электроэнергетики и электротехники с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.
Р 12	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области электроэнергетики и электротехники.

Реферат

Дипломная работа 124 с., 5 рисунка, 18 таблиц, 9 приложений, 7 л. графического материала.

Реконструкция системы электроснабжения г. Тайга

Объектом исследования является часть электрической схемы энергоснабжения городских электрических сетей, которая состоит из воздушных и кабельных линий, трансформаторных подстанций.

Цель работы – уменьшение общей стоимости потерь энергии холостого хода в трансформаторах городских электрических сетей, путем изменения схемы подключения.

В результате проведенных расчетов был получен результат, который свидетельствует о целесообразности проведения реконструкции.

Достигнутые технико-эксплуатационные показатели: снижение расходов на обслуживание и ремонт трансформаторов, значительное уменьшение потерь энергии холостого хода.

Дипломная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word.

Содержание

Введение	13
Глава 1. Описание электрических сетей г. Тайга	16
1.1. Описание городской сети	16
1.2. Основные элементы в структуре городских сетей	17
1.3. Особенности построения распределительных сетей 6кВ	17
1.3.1. Радиальная нерезервируемая сеть	17
1.3.2. Петлевые и полузамкнутые сети	19
1.4. Характеристика городских потребителей и требования к их надёжности	20
1.5. Напряжение городских сетей	21
1.6 . Оптимальные параметры сети	22
Глава 2. Расчет режимов электрической схемы	24
2.1. Расчет режимов электрической схемы с применением ЭВМ	24
2.2. Программный комплекс КУ - 2002	24
2.3. Расчёт параметров схемы	24
2.4. Определение активных и реактивных сопротивлений ветвей	25
2.5. Расчёт режимов на ЭВМ с помощью программы КУ – 2002	26
2.5.1. Исходные данные для расчёта	26
2.5.2. Анализ полученных результатов	26
2.6. Расчет нормальных режимов	27
2.7. Расчет послеаварийных режимов	27
2.8. Расчет режимов планового ремонта	28
Глава 3. Городские электрические сети и параметры их элементов, нагрузки потребителей	29
3.1. Структура городских электрических сетей	29
3.2. Нагрузки на шинах 0,4 кВ трансформаторных подстанций	31
3.3. Силовые кабели	32
3.3.1 Выбор сечения кабелей 0,4 кВ по экономической плотности тока	32
3.3.2 Определение стоимости кабельных линий в траншее	33

Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	35
4.1 Технико-экономическое обоснование проекта	35
4.2 Расчёт затрат	35
4.2.1 Материальные затраты	35
4.2.2 Амортизационные затраты	37
4.2.3 Заработная плата исполнителей	38
4.2.4 Отчисления на социальные нужды	40
4.2.5 Прочие неучтенные затраты	40
4.2.6. Накладные расходы	40
4.2.7 Себестоимость проекта	41
4.2.8 Прибыль	41
4.2.9 Стоимость проекта	41
4.3 Капиталовложения и годовые эксплуатационные издержки	41
4.4 Сравнение вариантов подключения нагрузок и срока окупаемости реконструкции	42
4.5 Определение годовых издержек по первому и второму вариантам подключения нагрузок	46
4.5.1 Определение годовых издержек по I схеме подключения нагрузки на подстанциях ТП - 79 и ТП – 95	46
4.5.2 Определение годовых издержек по I схеме подключения нагрузки после реконструкции	46
Глава 5. Социальная ответственность	48
5.1 Производственная безопасность	48
5.1.1 Производственная санитария	48
5.1.2 Микроклимат	49
5.1.3 Шумы	50
5.1.4 Освещение на рабочем месте	51
5.1.5 Влияние электромагнитных полей	51

5.2	Техника безопасности	56
5.2.1	Анализ опасности поражения электрическим током	56
5.2.2	Меры защиты от поражения электрическим током	56
5.2.3	Организационные меры по обеспечению электробезопасности	56
5.3	Пожарная безопасность	57
5.3.1	Анализ пожаро и взрывоопасности	57
5.3.2	Мероприятия по противопожарной безопасности	58
5.4	Экологическая безопасность	60
5.4.1	Сравнительная экологическая характеристика объектов электроэнергетики	60
5.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	64
	Заключение	67
	Список литературы	69
	Приложение А	71
	Приложение Б	75
	Приложение В	85
	Приложение Г	95
	Приложение Д	105
	Приложение Е	115
	Приложение Ж	125
	Приложение И	135
	Приложение К	138

В дипломной работе, проведя необходимые расчеты, требуется убедиться в целесообразности проведения реконструкции городских сетей. Она заключается в том, что бы уменьшить количество трансформаторов на подстанциях, так как по предварительным расчетам они недостаточно загружены. Малая нагрузка ведет к значительному увеличению доли потерь холостого хода, относительно общих потерь в трансформаторе.

Наряду с этим трансформаторы, которые эксплуатируются при изменяющихся нагрузках и максимальной мощности, не превосходящей номинальную, имеют срок службы в 1,5 – 1,9 раз больший, по сравнению с номинальным. Это происходит из-за значительно медленного износа изоляции обмоток. Трансформатор способен проработать в таких условиях 30-50 лет, что нерационально с точки зрения его морального износа. При температуре от 80 до 150 0С наблюдается зависимость, уменьшения срока процесса износа изоляции в 2 раза, при каждом повышении температуры на 60С (правила Международной электротехнической комиссии). При температурах ниже 800С процесс износа значительно замедляется, настолько, что им можно пренебречь.

Одним из важных источников повышения экономичности является снижение потерь энергии. Потери энергии могут быть измерены в очень редких случаях – разность показаний счетчиков в местах поступления и выдачи энергии не дает сколько-нибудь надежных данных по двум причинам: погрешности счетчиков соизмеримы с величиной потерь; одновременная запись показаний таких счетчиков может быть организована в очень редких случаях. Экономия потерь определяется расчетом, после сопоставления изменений в потерях до и после проведения какого-либо мероприятия по снижению потерь.

При эксплуатации электрических сетей неизбежны реконструкционные работы. Определение целесообразности реконструкции, оценка экономических результатов рационализации, связанной с дополнительными капитальными вложениями, производится не по себестоимости, а по

приведенным затратам.

Энергоснабжение г. Тайга осуществляется от электрической подстанции 35/6 кВ по воздушным и кабельным линиям 6 кВ, через которые передается электрическая энергия к распределительным пунктам (РП) и трансформаторным подстанциям (ТП) 6/0,4 кВ.

С помощью распределительных сетей осуществляется электроснабжение промышленных предприятий, общественно-коммунальных учреждений, а также жилые дома.

Важным параметром электрической сети является уровень напряжения, который может изменяться в при различных обстоятельствах. Такое возможно в случаях планового обслуживания, вывода в ремонт оборудования, при аварийных ситуациях. Любые электрические сети состоят из множества взаимосвязанных элементов, параметры которых могут меняться, воздействуя на всю систему в целом. При расчете нормального режима, аварийного или послеаварийного, требуется оперативно просчитать последствия каких-либо выполняемых переключений. Для оценки этих воздействий требуется проводить множество арифметических вычислений, которые проводятся в упрощенном виде, либо вообще не могут быть проведены из-за своей сложности или недостатка времени. Работа оборудования в послеаварийном режиме требует недопущения перегрузок выше установленных, так как может привести к дальнейшему лавинному развитию аварийной ситуации. Такие задачи на современном уровне решаются с применением компьютерных программ для расчета режимов сетей, на которых за короткий промежуток времени можно изменить требуемые параметры и получить результаты расчетов для дальнейшего анализа. Эти ситуации будут рассмотрены и рассчитаны на программном комплексе КУ – 2002.

Одним из путей снижения потерь является отключение незагруженных трансформаторов в периоды снижения нагрузки. Такие периоды могут быть сезонными, недельными и суточными (ночные снижения нагрузки).

Наиболее эффективно отключение незагруженных трансформаторов летом, следует учитывать, что эксплуатация трансформаторов с ночными отключениями, систематически подвергает обмотки трансформатора динамическим воздействиям при каждом включении. Компенсация реактивных нагрузок обеспечивает очень существенную экономию потерь активной энергии, а также позволяет обеспечить нужный режим напряжения, в часы наибольшей нагрузки промышленных предприятий.

Обеспечить электроснабжение потребителей, которые получали электрическую энергию с трансформаторных подстанций, где будет произведен демонтаж трансформаторов, возможно осуществить, проложив кабельную линию между двумя трансформаторными подстанциями. Эта реконструкция затронет подстанции, которые находятся на относительно небольшом расстоянии одна от другой – примерно до 250 м., и не приведет к перерывам в электроснабжении потребителей I и II категорий.

Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Техничко-экономическое обоснование проекта

Данный дипломный проект относится к научно-исследовательским работам (НИР), которые выполняются целью расширения, углубления и систематизации знаний по определённой научной проблеме, т.е. теоретического и экспериментального характера. По источнику финансирования работа является госбюджетной, а по характеру получаемых результатов-поисковой.

Работы научного характера дают возможность выявить новые принципы для научно-технического прогресса.

Определение трудоёмкости НИР.

Для определения трудоёмкости выполнения проекта сначала составим перечень основных этапов и видов, которые должны быть выполнены, затем определим трудоёмкость.

4.2 Расчёт затрат

Рассматривается смета расходов, включающая затраты на приобретение необходимого оборудования для проведения 1 МР и текущие расходы. Затраты, образующие себестоимость продукции (работ, услуг), группируются в соответствии с их экономическим содержанием по следующим элементам: материальные затраты, амортизационные затраты, затраты на оплату труда, единый социальный налог, прочие затраты.

выплаты заработной платы за фактически выполненную работу, исходя из сделанных расчетов. Рассмотрим себестоимость проделанной работы. Группы затрат:

4.2.1 Материальные затраты

В элементе "материальные затраты" отражается стоимость: приобретенных со стороны материалов, которые входят в состав вырабатываемой продукции, образуя её основу, или являются необходимыми компонентами при изготовлении продукции.

Комплекующие изделия и материалы:

Комплект дискет - 80 руб,

Диск CD-RW -100 руб,

Бумага- 140 руб. (500 листов),

Ручка - 30 руб,

Карандаш – 60 руб.

$$U_{\text{мат}} = 80 + 100 + 30 + 60 + 140 = 410 \text{ руб,}$$

Время работы 63 дня. Расчет проводим в виде таблицы 4.1

Таблица 4.1 - Состав и структура основных этапов работ

Наименование работ	Кол-во чел.	T _{min} дн.
1 Постановка задачи к выдаче задания: научный руководитель 15 разряда инженер 10 разряда техник 9 разряда	3	2
2 Подбор литературы	1	3
3 Изучение теории	3	4
4 Работа на предприятии по сбору информации	3	4
5 Обработка собранной информации	2	10
6 Анализ собранной информации	3	5
7 Компьютерная обработка результатов	1	5
8 Выполнение расчета потерь	1	5
9 Составление отчета об энергообследовании	3	4
10 Оформление отчета по проделанной работе	2	14
11 Составление чертежей и слайдов	1	4
12 Проверка и утверждение дипломного проекта	1	3
13 ИТОГО:		63

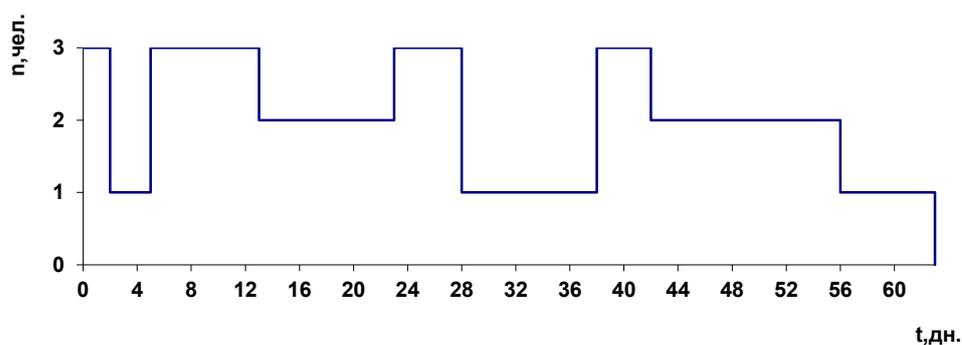


Рисунок 4.1 - График занятости исполнителей

4.2.2 Амортизационные затраты

Расчет амортизационных отчислений, на полное восстановление основных средств, производится по нормативам амортизации, утвержденном в установленном действующим законодательством порядке, и определенным в зависимости от балансовой стоимости оборудования.

Специальное оборудование учитывается в сметной стоимости в виде амортизационных отчислений по формуле:

$$I_{ам} = \frac{\Phi_{п} * H_{а}}{T_{и}} \quad (4.1)$$

где $\Phi_{п}$ - первоначальная стоимость оборудования;

$H_{а}$ - норма амортизации;

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

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

Таблица 4.2 - Амортизационные отчисления

Наименование	Количество	$\Phi_{п}$, р	$H_{а}$, %	$T_{и}$ дней	$I_{ам}$ р
Компьютер	1 Шт.	36000	0,1	20	246
Принтер	1 Шт.	6000	0,1	10	22
Стол	4 Шт.	10000	0,5	53	725
Стул	4 Шт.	4000	0,5	53	290
Итого					1283

Амортизационные затраты составляют 1283 рубля.

4.2.3 Заработная плата исполнителей

В состав затрат на оплату труда включаются

- выплаты заработной платы за фактически выполненную работу, исходя из сделанных расценок, тарифных ставок и должностных окладов в соответствии с принятыми на предприятии формами и системами оплаты труда;
- выплаты стимулирующего характера по системам положени
- выплаты, обусловленные районным регулированием оплаты труда (выплаты по районным коэффициентам);
- стоимость продукции, выдаваемой в порядке натуральной оплаты работникам;
- оплата в соответствии с действующим законодательством очередных ежегодных и дополнительных отпусков;
- оплата труда работников, не состоящих в штате предприятия, за выполнение ими работ по заключённым договорам;
- другие виды выплат за исключением расходов по оплате труда, финансируемых за счёт прибыли предприятия.

Организация заработной платы основана на тарифной системе. Тарифный фонд для бюджетных работ рассчитывается по единой тарифной сетке. Она предусматривает 18 разрядов. Тарифная сетка применяется для установления соотношений в оплате труда в зависимости от квалификации рабочего определяемой присвоенным ему разрядом. Каждому разряду соответствует определённый тарифный коэффициент.

Заработная плата руководителя 15 разряда:
$$ЗП_{рук.} = (1100 \cdot 3,62 \cdot 1,5 \cdot 1,16 + 900 + 1046) \cdot 1,3 + 2000 / 21 \cdot 12 = 3868 \text{ руб.},$$

где 1100- минимальная оплата труда,

3,62- тарифная ставка для 15 разряда,

1,5- коэффициент, учитывающий культурное наследие Томского политехнического университета

1,16- коэффициент, учитывающий отпуск,

1,3 - районный коэффициент по Томской области,
 900 руб. - доплата за ученую степень,
 1046 руб. - доплата за должность,
 2000 руб. - доплата ученого совета.

Заработная плата инженера 10 разряда:

$$З_{\text{Инж.-прог}} = (1100 \cdot 2,89 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 1,3) / 21 \cdot 48 = 18121 \text{ руб.}$$

где 1100- минимальная оплата труда,

2,89- тарифная ставка для 10 разряда,

1,5- коэффициент, учитывающий культурное наследие

Томского политехнического университета

1,1- коэффициент, учитывающий отпуск,

1,3 - районный коэффициент по Томской области,

Заработная плата инженер 9 разряда:

$$З_{\text{Инж.}} = (1100 \cdot 2,68 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 1,3) / 21 \cdot 42 = 13638 \text{ руб.}$$

где 1100- минимальная оплата труда; 2,68- тарифная ставка для 10 разряда,

1,5- коэффициент, учитывающий культурное наследие Томского политехнического университета

1,1- коэффициент, учитывающий отпуск,

1,3 - районный коэффициент по Томской области,

Сводим расчеты в таблицу 7.3

Таблица 4.3 - Заработная плата исполнителей.

Исполнители	Разряд по тарифной сетке	Разрядный коэффициент	Тарифная сетка, р.	Время занятости	зп, р
Руководитель	15	3,62	1630+900	6	3 868
Инженер	10	2,89	1300	48	18 121
Техник	9	2,68	1205	42	13 638
Итого					35 627

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

$\Phi ЗП = 35627$ р.

4.2.4 Отчисления на социальные нужды

Затраты по этой статье складываются из отчислений на социальные нужды

отчисления в пенсионный фонд 14%

федеральный пенсионный фонд 6%

на социальное страхование 2,9%

на медицинское страхование: 1.1%

2%

Итого: 26% от суммы общей зарплаты.

Сумма начислений на социальные нужды составляет:

$$И_{сн} = 35627 \cdot 0,26 = 9263 \text{ руб.}$$

4.2.5 Прочие неучтенные затраты:

К элементу прочие относится:

- Оплата электрической и тепловой энергии;
- Командировочные расходы;
- Изобретательная деятельность;
- Представительские расходы;
- Затраты по обеспечению нормальных условий труда ;
- Расходы, связанные с управлением.

$$И_{пр} = 0,1 \cdot (ЗП + И_{м} + И_{ам} + И_{сн}) \quad (4.2)$$

$$И_{пр} = 0,1 \cdot (35627 + 410 + 1283 + 9263) = 4676 \text{ руб.}$$

4.2.6. Накладные расходы:

Размер накладных расходов принимаем 200% от ФЗП:

$$Н_p = 2 \cdot \Phi ЗП \quad (4.3)$$

$$Н_p = 2 \cdot 35627 = 71254 \text{ руб.}$$

4.2.7 Себестоимость проекта:

$$С_{п} = И_{п} + ЗП + И_{сн} + И_{ам} + И_{пр} + Н_p \quad (4.4)$$

$$С_{п} = 410 + 35627 + 9263 + 1283 + 71254 = 117837 \text{ руб.}$$

4.2.8 Принимаем рентабельность 20%, прибыль:

$$П_б = C_п \times 0,2 \quad (4.5)$$

$$П_б = 117837 \times 0,2 = 23567 \text{ руб.}$$

4.2.9 Стоимость проекта:

$$Ц_п = C_п + П_б \quad (4.6)$$

$$Ц_п = 117837 + 23567 = 141404 \text{ руб.}$$

Смета затрат представлена в таблице 7.4.

Таблица 4.4 - Смета затрат

Вид расходов	Обозначение	Сумма, р.
Материальные затраты	И _м	410
Заработная плата	ЗП	35 627
Амортизация	И _{ам}	1 283
Отчисления на социальные нужды	И _{сн}	9 263
Прочие расходы	И _{пр}	4 656
Накладные расходы	Н _р	71 254
Себестоимость проекта	С _п	117 837
Прибыль	П _б	23 567
Стоимость проекта	Ц _п	141 404

4.3 Капиталовложения и годовые эксплуатационные издержки

В данном дипломном проекте решается вопрос проведения реконструкции городских электрических сетей.

Капиталовложения по реконструкции затрачены только на прокладку кабельных линий, они составляют:

$$K_{\text{каб.лин}} = 268\,631 \text{ руб}$$

Капиталовложения на транспортировку и монтаж оборудования составляют 15% от его стоимости:

$$K_{\text{тр.обор}} = 0,15 \cdot K_{\text{каб.лин}} = 0,15 \cdot 268631 = 40294,65 \text{ руб}$$

Годовые эксплуатационные издержки кабельных линий:

- амортизационные отчисления:

$$Иам = На \cdot Ккаб.лин = 0,043 \cdot 268631 = 11551,133 \text{ руб}$$

- отчисления на ремонт;

$$Ирем = 0,01 \cdot Ккаб.лин = 0,01 \cdot 268631 = 2686,31 \text{ руб}$$

- заработная плата обслуживающего персонала:

Согласно ПТЭ осмотр кабельных линий должен производиться не реже 3 раза в месяц, тогда время обслуживания за год:

$$Тгод \text{ обсл} = 4 \cdot 5 \cdot 1 = 20 \text{ час}$$

Зарплата электромонтера оперативно выездной бригады 4-го разряда с окладом $O = 3520$ руб. за 20 час в год составит:

$$\begin{aligned} I_{з/пл} &= \frac{O \times 1,1 \times K_{сн} + O \times K_{район}}{T_{месяц}} \times T_{год.обсл} = \\ &= \frac{3520 \times 1,1 \times 1,5 + 3520 \times 1,5}{168} \times 20 = 1320 \text{ руб / год.} \end{aligned}$$

где $K_{сн}$ - коэффициент северной надбавки,

$K_{район}$ – районный коэффициент.

- социальные отчисления:

$$Исоц.отч = 0,26 \cdot Из/пл = 0,26 \cdot 1320 = 2686,31 \text{ руб/год}$$

$$Игод \text{ экспл} = Иам + Ирем + Из/пл + Исоц.отч = 11551,133 + 2686,31 + 1320 + 2686,31 = 17266,773 \text{ руб/год.}$$

4.4 Сравнение вариантов подключения нагрузок и срока окупаемости реконструкции

Проведенные мной расчеты по первой части дипломной работы, показали, что уменьшение количества трансформаторов и перевод нагрузок с них на другие трансформаторы, привели к значительному уменьшению стоимости потерь электрической энергии. В I варианте стоимость потерь составила ежегодно 78288,8 руб. Во II варианте она уменьшилась до 55112,8 руб. в год. Это позволяет ежегодно экономить 23176 руб.

Предоставляю общие результаты расчетов ежегодных отчислений от

капитальных затрат на оборудование по I и II вариантам в таблицах.

Таблица 4.5 - Суммарные ежегодные отчисления от капитальных затрат по I варианту.

Наименование ТП	Мощность трансформатора, кВА	Стоимость трансформатора, тыс.руб.	Ежегодные отчисления от капитальных затрат, руб.
ТП - 95	400	605	62920
ТП - 79	160	120	12480
ТП - 77	400	605	62920
ТП - 7	400	605	62920
ТП - 55	400	605	62920
ТП-6	400	605	62920
ТП-3	630	918,5	95524
ТП-62	250	434,5	45188
ТП-38	400	605	62920
ТП-35	400	605	62920
Ежегодные суммарные отчисления от капитальных затрат, руб.			593632

Таблица 4.6- Суммарные ежегодные отчисления от капитальных затрат по II варианту.

Наименование ТП	Мощность трансформатора, кВА.	Стоимость трансформатора, тыс.руб.	Ежегодные отчисления от капитальных затрат, руб.
ТП - 95	400	605	62920
ТП - 77	400	605	62920
ТП - 55	400	605	62920
ТП - 3	630	918,5	95524
ТП - 38	400	650	62920
Ежегодные суммарные отчисления от капитальных затрат, руб.			347204

Таблица 4.7- Итоговая таблица сравнения вариантов при строительстве в один год.

Наименование	Варианты	
	I	II
Капитальные затраты $K=K_{\text{каб.лин.}} + K_{\text{тр.обор}} + K_{\text{пр.}\Sigma}$, руб./год	0	450329,65
Ежегодные отчисления от капитальных затрат ($p_a+p_p+p_o$) $K_{\text{тр}}$	593632	347204
Потери электрической энергии ΔE , кВт ч/год	97253,16	68463,10
Стоимость потерь электрической энергии СДэ, руб./год	78288,8	55112,8
Годовые эксплуатационные расходы $I=p_{\Sigma} \cdot K_{\text{тр}} + C_{\Delta E} + I_{\text{год.эксп.}}$	671920,8	402316,8

Так же имеет место уменьшение амортизационных отчислений, отчислений на обслуживание и ремонт трансформаторов, которые в I варианте равняются 671920,8 руб., а во II варианте – 402316,8 руб., и здесь так же имеется экономия, которая равна 269604 руб.

При реализации II варианта, было предусмотрено строительство кабельных линий, связывающих необходимые подстанции. Для этого требуются значительные капиталовложения K_2 , которые складываются из затрат на строительство 268631 руб., проведение НИР 141404 руб., транспортировку оборудования 40294,65 руб. Годовые эксплуатационные расходы этого варианта составляют 17266,77руб. Капиталовложения K_1 по I варианту отсутствуют.

Для определения эффективности применения реконструкции потребуется рассчитать срок окупаемости проекта, по следующей формуле:

$$T_{ок} = \frac{K_2 - K_1}{I_{\Sigma I} - I_{\Sigma II}}$$

где $T_{ок}$ – срок окупаемости проекта,

$$K_1 = 0,$$

$$K_2 = K_{каб.лин} + C_{проект} + K_{тр.обор.},$$

$$I_{\Sigma} = p_{\Sigma} \cdot K_{тр\Sigma 1} + C_{\Delta \Sigma 1},$$

$$I_{\Sigma} = p_{\Sigma} \cdot K_{тр\Sigma 1} + C_{\Delta \Sigma 1} \cdot \text{Игод эксп},$$

$$T_{ок} = 450329,65 / (671920,8 - 402316,8) = 1,67$$

После проведения расчетов стал отчетливо виден экономический эффект, который можно получить от уменьшения количества трансформаторов, при этом затратив средства на прокладку кабельных линий и проведение НИР.

Срок окупаемости этой реконструкции составляет 1,67 года.

4.5 Определение годовых издержек по первому и второму вариантам подключения нагрузок

Для дальнейших расчетов потребуется для каждого варианта рассчитать годовые издержки, связанные с эксплуатацией трансформаторов. Годовые издержки, складываются из расходов на ремонт, обслуживание, амортизационные отчисления, затраты на возмещение потерь электрической энергии.

Нормы ежегодных суммарных отчислений на силовое оборудование и распред.устройства до 20 кВ от капитальных затрат $p_{\Sigma} \cdot K_{mp}$, в относительных единицах, составляют 0,104 от капитальных вложений К таблица 6.32 [4;268].

Затраты на возмещение потерь электрической энергии определяется по формуле [5;220].

$$C_{\Delta \mathcal{E}} = \Delta \mathcal{E} \cdot c,$$

где $\Delta \mathcal{E}$ – потери энергии, кВт;

c – стоимость электроэнергии, руб.

4.5.1 Определение годовых издержек по I схеме подключения нагрузки на подстанциях ТП - 79 и ТП - 95

На подстанции ТП - 79, где установлен трансформатор мощностью 160 кВА, стоимость которого 120000 руб., ежегодные отчисления от капитальных затрат будут следующими:

$$p_{\Sigma} \cdot K_{tr} = 0,104 \cdot 120000 = 12480 \text{ руб./год.}$$

Стоимость затрат на возмещение потерь электрической энергии составят:

$$C_{\Delta \mathcal{E}_{tr}} = \Delta \mathcal{E} \cdot c = 4582,59 \cdot 0,805 = 3688,98 \text{ руб.}$$

Суммарные годовые отчисления будут равны:

$$I_{\Sigma} = p_{\Sigma} \cdot K_{tr} + C_{\Delta \mathcal{E}_{tr}} = 12480 + 3688,98 = 16168,98 \text{ руб./год.}$$

На подстанции ТП - 95, установлен трансформатор мощностью 400 кВА, стоимостью 605000 руб., соответственно.

Годовые отчисления трансформатора ТМ – 400 составят:

$$p_{\Sigma} \cdot K_{tr} = 0,104 \cdot 605000 = 62920 \text{ руб./год.}$$

$$C\Delta\mathcal{E}_{\text{тр}} = \Delta\mathcal{E} \cdot c = 11721,2 \cdot 0,805 = 9435,59 \text{ руб.}$$

$$I_{\Sigma} = p_{\Sigma} \cdot K_{\text{тр}} + C\Delta\mathcal{E}_{\text{тр}} = 62920 + 9435,59 = 72355,59 \text{ руб./год.}$$

Суммарные годовые издержки на подстанциях ТП - 79 и ТП - 95 будут следующими: $I_{\Sigma} = I_{\Sigma} + I_{\Sigma} = 16168,98 + 72355,59 = 88524,57 \text{ руб./год.}$

4.5.2 Определение годовых издержек по II схеме подключения нагрузки, после реконструкции

Определим годовые издержки на подстанции ТП - 95.

В таком же порядке проведем расчет издержек.

Ежегодные отчисления от капитальных затрат, на подстанции ТП - 95, будут одинаковыми и составят:

$$p_{\Sigma} \cdot K_{\text{тр}} = 0,104 \cdot 605000 = 62920 \text{ руб/год.}$$

Стоимость потерь электроэнергии в трансформаторе с нагрузкой равной 240 кВА будет:

$$C\Delta\mathcal{E}_{\text{тр}} = \Delta\mathcal{E} \cdot c = 12480 \cdot 0,805 = 10046,4 \text{ руб.}$$

Для реализации проекта реконструкции был проложен кабель между подстанциями, общая стоимость материалов и работы составила 35331 руб. Определим ежегодные отчисления на кабельную линию. Ежегодные отчисления от капитальных затрат на прокладку кабеля, при норме ежегодных суммарных отчислений на кабельные линии с алюминиевой оболочкой проложенных в земле, от капитальных затрат $p_{\Sigma} \cdot K_{\text{каб}}$, в относительных единицах p_{Σ} , составляют 0,063 от капитальных вложений $K_{\text{каб}}$, табл.6.32 [4;268] и будут равны

$$p_{\Sigma} \cdot K_{\text{каб}} = 0,063 \cdot 35331 = 2225,853 \text{ , руб.}$$

Определим суммарные ежегодные издержки по II схеме подключения нагрузки:

$$I_{\Sigma} = p_{\Sigma} \cdot K_{\text{тр}} + C\Delta\mathcal{E}_{\text{тр}} + p_{\Sigma} \cdot K_{\text{каб}} = 10046,4 + 9435,59 + 2225,853 = \\ = 21707,843 \text{ руб/год}$$

Проведенные расчеты показали, что ежегодные суммарные издержки I варианта равны 88524,57 руб./год, а по II варианту 21707,843 руб./год.

Разница составляет 66816,727 руб./год.

