

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

Институт Электронного обучения

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электрических сетей и электротехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Реконструкция подстанции 35/10 кВ ЛПК Заиграевской районной электрической сети УДК 621.311.4-044.922(571.54)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A12	Митрофанов Юрий Алексеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Шандарова Е.Б.	к.т.н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электрических сетей и электротехники	Прохоров А.В.	к.т.н.		

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 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 Электронного обучения
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Кафедра Электрических сетей и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A12	Митрофанов Юрий Алексеевич

Тема работы:

Реконструкция подстанции 35/10 кВ ЛПК Заиграевской районной электрической сети	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.02.16 № 1026/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	
<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>	<i>Объектом реконструкции является ПС 35/10 кВ ЛПК Заиграевской районной электрической сети. В качестве исходных данных представлены: - электрическая схема ПС - параметры и количество электрооборудования - задание на проведение реконструкции</i>

<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>	<ul style="list-style-type: none"> - краткая характеристика главной схемы и электрооборудования подстанции «ЛПК»; - выбор и обоснование силовых трансформаторов; - выбор и расчет электрических аппаратов; - выбор и расчет основных защит - разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»; - разработка раздела «Социальная ответственность»; - заключение
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - схема принципиальная главная - схема размещения защит - план подстанции
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Коршунова Лидия Афанасьевна к.т.н., доцент</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Бородин Юрий Викторович к.т.н., доцент</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p style="text-align: center;">18.02.16</p>
--	---

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p style="text-align: center;">Доцент</p>	<p style="text-align: center;">Шандарова Е.Б.</p>	<p style="text-align: center;">к.т.н.</p>		<p style="text-align: center;">18.02.16</p>

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p style="text-align: center;">3-5А12</p>	<p style="text-align: center;">Митрофанов Юрий Алексеевич</p>		<p style="text-align: center;">18.02.16</p>

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A12	Митрофанов Юрий Алексеевич

Институт	Энергетический	Кафедра	Электрические сети и электротехника
Уровень образования	бакалавриат	Направление	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	- формирование вариантов решения с учётом научного и технического уровня
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	- планирование выполнения проекта; - расчет бюджета на проектирование;
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	- расчет капитальных вложений в основные средства

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	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A12	Митрофанов Юрий Алексеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A12	Митрофанов Юрий Алексеевич

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<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>Электроэнергетический объект, понижающая трансформаторная подстанция «ЛПК» 35/10 кВ.</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>Были рассмотрены различные нормативы, стандарты, строительные нормы и правила</p> <ul style="list-style-type: none"> – Закон РФ №7-ФЗ от 12.01.2002г.; – Закон РФ №122-ФЗ от 22.08.2004, – Закон РФ №52 от 30.03.1999г – Закон РФ №89-ФЗ от 24.06.98г.; – СНиП 23-01-99 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03

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>В качестве основных вредных факторов проектируемой производственной среды, было решено рассмотреть воздействие шума, освещения, электромагнитного излучения, несоответствие параметров микроклимата</p>
<p>1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); 	<p>В качестве основного выявленного опасного фактора проектируемой производственной среды была выбрана электробезопасность,</p>

<ul style="list-style-type: none"> – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаро- и взрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	
<p>2. 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>Наиболее вероятными чрезвычайными ситуациями на подстанции могут быть:</p> <p>-пожары</p>
<p>3. 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>Влияние подстанций на окружающую среду.</p> <p>Произведен</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>Влияние подстанций на окружающую среду.</p> <p>Разработана система сбора трансформаторного масла, маслованна, маслоприемник и система слива масла в аварийной ситуации</p>
<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 	<ul style="list-style-type: none"> – Закон РФ №7-ФЗ от 12.01.2002г.; – Закон РФ №122-ФЗ от 22.08.2004, – Закон РФ №52 от 30.03.1999г – Закон РФ №89-ФЗ от 24.06.98г.; – СНиП 23-01-99 – СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Бородин Юрий Викторович	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A12	Митрофанов Юрий Алексеевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 107 с., 4 рисунка, 27 таблиц, 15 литературных источников, 3 приложения.

Ключевые слова: подстанция, реконструкция, трансформатор, выключатель, релейная защита.

Объектом исследования являются электрическая подстанция 35/10 кВ «ЛПК» Заиграевской районной энергосети.

Цель работы – обоснование реконструкции подстанции, выбор трансформаторов, выбор релейной защиты и автоматики, экономическое обоснование, производственная и экологическая безопасность.

В процессе исследования проводились расчет нагрузок трансформаторов, выбор трансформаторов, расчет токов короткого замыкания, выбор коммутационных аппаратов и релейной защиты.

В результате исследования был разработан и экономически обоснован проект реконструкции подстанции.

Выпускная квалификационная работа выполнена с помощью программы Mathcad 15 и в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2007 и представлена на CD-R (в конверте на обороте обложки).

					ФЮРА.140400.012.ПЗ			
Из	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Реферат	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Митрофанов Ю.					10	107
Руков.		Шандарова Е.Б.						
Н. контр.		Шандарова Е.Б.						
						ТПУ ИнЭО Гр. 3-5А12		

Содержание

Список принятых сокращений	11
Введение	12
1. Описательная часть	14
1.1. Обоснование реконструкции ПС 35/10 кВ ЛПК	14
1.2. Исходные данные для проектирования	16
1.3. Основные технические показатели реконструируемого объекта	17
1.4. Основные проектные решения	19
1.5. Природно-климатические характеристики района реконструкции	21
2. Расчетная часть	23
2.1. Расчет электрических нагрузок	23
2.2. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов	25
3. Релейная защита и автоматика	27
3.1. Основные проектные решения	27
3.2. Назначение релейной защиты и автоматики	28
3.3. Расчет токов короткого замыкания	29
3.3.1 Расчет начального действующего значения периодической составляющей тока КЗ	36
3.3.2 Расчет ударных токов	37
3.4. Выбор и проверка электрооборудования	39
3.4.1 Выбор оборудования РУВН-35кВ.	39
3.4.2 Выбор оборудования РУВН-35кВ.	49
3.5. Защита трансформатора	56
3.5.1 Дифференциальная защита	57
3.5.2 Максимальная токовая защита	60
3.5.3 Защита от перегрузки	61
3.5.4 Газовая защита	61
3.6. Защита линии 10 кВ	62
3.6.1 Максимальная токовая защита линии 10 кВ	62
3.7. Регулирование напряжения трансформаторов РПН	65
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	67
4.1. Планирование и структура работ в рамках проекта	67
4.2. Определение трудоемкости работы	68
4.3. Разработка графика проведения проекта	70
4.4. Оценка научного уровня	73
4.5. Бюджет затрат на проектирование	74
4.5.1. Расчет материальных затрат	75
4.5.2. Основная заработная плата исполнителей темы	75

ФЮРА.140400.012.ПЗ				
Из	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Митрофанов Ю.		
Руков.		Шандарова Е.Б.		
Н. контр.		Шандарова Е.Б.		
Содержание				
		Лит.	Лист	Листов
		11	11	107
ТПУ ИнЭО Гр. 3-5А12				

4.5.3. Отчисления в внебюджетные фонды	77
4.5.4. Амортизация	78
4.5.5. Прочие неучтенные затраты	80
4.5.6. Накладные расходы	80
4.5.7. Выбор трансформатора по экономическим показателям	82
4.5.8. Смета затрат на оборудование	85
5. Социальная ответственность	87
5.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов	88
5.1.1. Анализ опасности поражения электрическим током	88
5.1.2. Техника безопасности	90
5.1.3. Средства защиты от поражения электрическим током	90
5.1.4. Пожарная безопасность	92
5.2. Экологическая безопасность	96
5.2.1. Воздействие на атмосферу при реализации проектных решений	96
5.2.2. Воздействие объекта на состояние поверхностных вод	96
5.2.3. Воздействие объекта на территорию и геологическую среду	97
5.2.4. Воздействие отходов при реализации проектных решений	97
5.2.5. Воздействие электромагнитного поля на живые организмы	99
5.2.6. Аварийные и чрезвычайные ситуации	101

Заключение

Список использованных источников

CD-диск:

1. Презентация
2. Пояснительная записка

Список принятых сокращений

- КЗ – короткое замыкание
- ВН – высокое напряжение
- ЕЭС – единая энергосистема
- КПД – коэффициент полезного действия
- ЛЭП – линия электропередачи
- НН – низкое напряжение
- ПС – подстанция
- РПН – регулирование под нагрузкой
- СН – среднее напряжение
- ЭЭС – электроэнергетическая система
- КРУ – комплектное распределительное устройство
- ПС – подстанция
- ВЛ – воздушная линия
- МТЗ – максимальная токовая защита
- ОПН – ограничитель перенапряжения

					ФЮРА.140400.012.ПЗ			
Из	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Митрофанов Ю.			Список сокращений	Лит.	Лист	Листов
Руков.		Шандарова Е.Б.					13	107
Н. контр.		Шандарова Е.Б.				ТПУ ИнЭО Гр. 3-5А12		

Введение

Электрическая подстанция — электроустановка, которая предназначена для приема электроэнергии, преобразования и распределения электрической энергии, состоит из трансформаторов или других преобразователей электрической энергии, специальных устройств управления, а также распределительных и вспомогательных устройств.

Электрическая сеть представляет собой комплекс устройств электроустановок, которые предназначены для передачи и распределения электрической энергии. Современные электрические сети по своей структуре, организации эксплуатации и принципам управления относятся к сложным техническим комплексам.

Развитие электроэнергетики на современном этапе характеризуется ростом генерирующих мощностей, увеличением плотности потоков мощности по линиям электропередачи и усложнением структуры энергосистем, поэтому предъявляются новые требования к устройствам и системам, обеспечивающим повышение пределов передаваемых мощностей, поддержание напряжения и перераспределение потоков мощности в электрических сетях.

Развитие, реконструкция и техническое перевооружение электрических сетей необходимо проводить с учетом этих требований и базироваться на применении новых электросетевых технологий и современного оборудования. Решение этих задач требует, в свою очередь, пересмотра технических требований на основное оборудование подстанций (выключатели, разъединители, реакторы, силовые трансформаторы и др.) и линий электропередач и обеспечения готовности производства к выпуску новой техники, освоение новой техники и технологий в условиях эксплуатации как на объектах техперевооружения, так и нового строительства.

					ФЮРА.140400.012.ПЗ			
Из	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Митрофанов Ю.			Введение	Лит.	Лист	Листов
Руков.		Шандарова Е.Б.					14	107
Н. контр.		Шандарова Е.Б.				ТПУ ИнЭО Гр. 3-5А12		

В настоящее время наблюдается масштабное старение основных фондов электрических сетей из-за недостаточных объемов инвестиций в новое строительство и техническое перевооружение морально и физически устаревших объектов энергосистемы

Одной из главных стратегических целей развития ОАО «ФСК ЕЭС», является преодоление старения основных фондов электрических сетей и электросетевого оборудования за счет увеличения масштабов работ по их реконструкции и техническому перевооружению (модернизация подстанций, реконструкция высоковольтных линий электропередачи, модернизация и развитие информационной инфраструктуры).

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Целью данного раздела является технико-экономическое обоснование реконструкции подстанции 35/10 кВ «ЛПК»

Проект направлен на повышение надежности электроснабжения потребителей путем замены силовых трансформаторов, замены ОРУ, КРУН, коммутационных аппаратов.

4.1 Планирование и структура работ в рамках проекта.

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках проекта;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения работ.

Для выполнения проекта формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составляется перечень этапов и работ в рамках разработки проекта и проводится распределение исполнителей по видам работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.1.

					ФЮРА.140400.012.ПЗ			
Из	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Финансовый менеджмент	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Митрофанов Ю.						
Консульт		Коршунова Л.А.					67	107
Н. контр.		Шандарова Е.Б.						
						ТПУ ИнЭО Гр. 3-5А12		

Таблица 4.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	2	3
Ознакомление с технической документацией и литературой	2	Подбор литературы	Инженер	6	8
	3	Ознакомление технической документацией	Инженер	11	13
	4	Календарное планирование работ	Руководитель	5	8
Выбор главной схемы, силовых трансформаторов, коммутационных аппаратов	5	Описание электрической схемы	Руководитель, инженер	5	7
	6	Выбор трансформаторов	Инженер	4	6
	7	Выбор устройств	Инженер	4	5
Расчет уставок защит	8	Выбор режимов	Руководитель	6	8
	9	Расчет токов КЗ	Инженер	6	8
	10	Расчет релейной защиты	Инженер	8	10
Технико-экономическое обоснование проекта	11	Составление пояснительной записки	Инженер	15	16

4.2 Определение трудоемкости работы

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} \quad (4.1)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Рассчитаем ожидаемое значение трудоемкости, чел.-дн.:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 6}{5} = 3,6;$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости проектных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (4.2)$$

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

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

Пример расчета трудоемкости и продолжительности работы 1:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4;$$

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4; \quad t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4;$$

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \approx 2. \quad T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \approx 2.$$

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4; \quad t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4;$$

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \approx 2. \quad T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \approx 2.$$

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \approx 2.$$

4.3 Разработка графика проведения проекта.

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – 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:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал} \quad (4.3)$$

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

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} \quad (4.4)$$

где $T_{кал}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пр}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитаем коэффициент календарности:

$$k_{кал} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

Затем найдем длительность работ в календарных днях:

$$T_{ki} = 2 \cdot 1,48 = 2,48$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа. Сводим результаты в таблицу 4.2

На основе этой таблице строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделяются различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 4.2 - Календарный план-график проведения научного исследования по теме

№ работ	Виды работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	3
2	Подбор литературы	Инженер	11
3	Ознакомление технической документацией	Инженер	24
4	Календарное планирование работ	Руководитель	32
5	Описание электрической схемы	Руководитель, инженер	39
6	Выбор трансформаторов	Инженер	45
7	Выбор устройств	Инженер	50
8	Выбор режимов	Руководитель	58
9	Расчет токов КЗ	Инженер	66
10	Расчет релейной защиты	Инженер	76
11	Составление пояснительной записки	Инженер	92

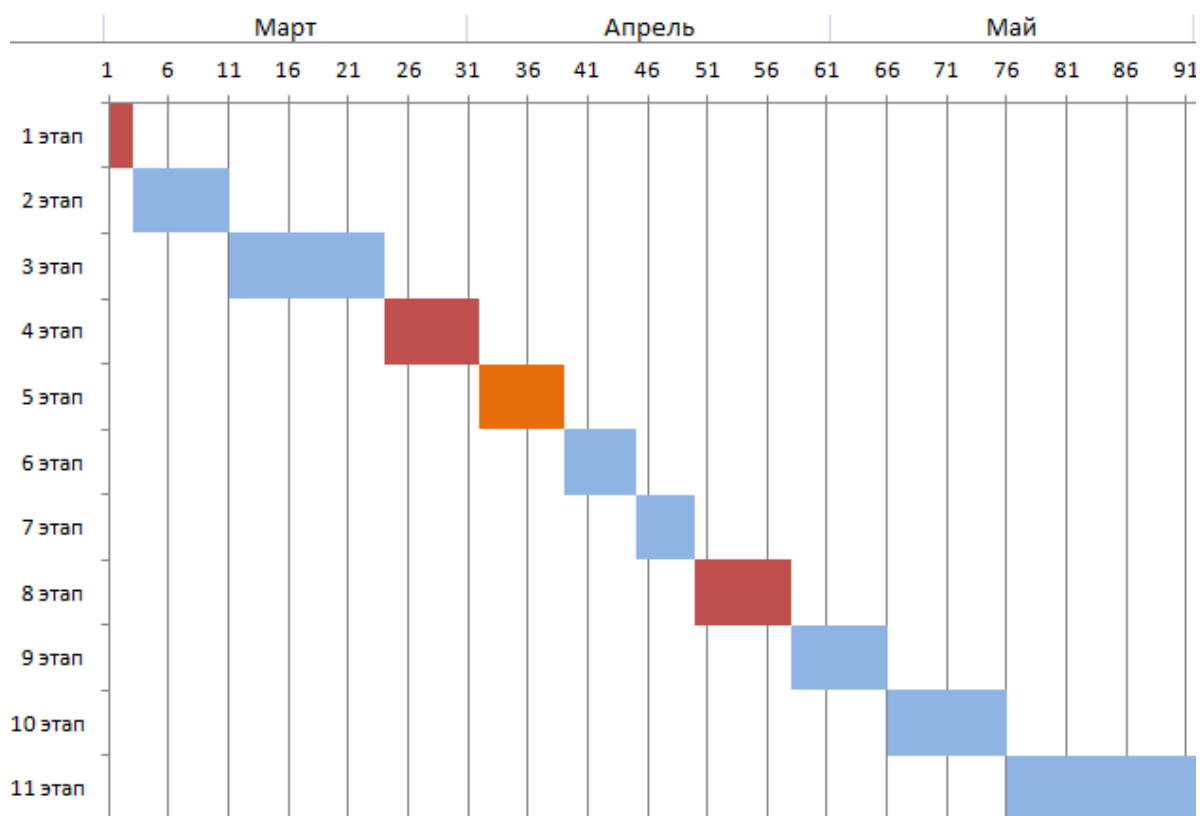


Рисунок 4.1 – Календарный график и график занятости исполнителей проведения научного исследования .



4.4 Оценка научного уровня

Количественная оценка научного или научно-технического уровня может быть произведена путем расчета результативности участников разработки по формуле:

$$K_{\text{ну}} = \sum_{i=1}^n (K_{\text{ду}i} \cdot d_i) \quad (4.4)$$

где $K_{\text{ну}}$ – коэффициент научного или научно-технического уровня;

$K_{\text{ду}i}$ – коэффициент достигнутого уровня i -го фактора;

d_i – значимость i -го фактора;

n – количество факторов.

Таблица 4.3 - Оценка научного уровня разработки

№	Показатели	Значимость	Достигнутый	Значение i -го фактора
		показателя	уровень	
		d_i	$K_{дyi}$	$K_{дyi} \cdot d_i$
1	Новизна полученных или предполагаемых результатов	0,2	0,2	0,04
2	Перспективность использования результатов – увеличение надежности электроснабжения	0,2	0,3	0,06
3	Завершенность полученных результатов – оформленный отчет	0,2	0,9	0,18
4	Масштаб возможной реализации полученных результатов – район	0,3	0,2	0,06
5	Результативность	$K_{ny} = \sum(K_{дyi} \cdot d_i) = 0,34$		

4.5. Расчет затрат на проектирование

При планировании бюджета должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета научного исследования используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты научного исследования;
- оплата труда;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);

- амортизация
- прочие расходы
- накладные расходы.

4.5.1 Расчет материальных затрат

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Таблица 4.4 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага	Пачка	1	250	250
Ручка	Штука	3	30	90
Картридж для принтера	Штука	1	1000	1000
Карандаш механический	Штука	3	30	90
Флеш память	Штука	1	500	500
Итого				1930

В таблице указан перечень материальных затрат и их стоимость. В итоге материальные затраты составили 1930 рублей.

4.5.2 Основная заработная плата исполнителей темы

В данную тему включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из

трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Заработная плата (руководителя, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З = З_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (4.5)$$

где $З$ - основная заработная плата одного работника;

T_p - продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$З_{\text{дн}}$ - среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_m}{21} \quad (4.6)$$

где $З_m$ - месячный должностной оклад работника, руб.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{ТС} \cdot k_{\text{Доп}} \cdot k_P \quad (4.7)$$

где $З_{ТС}$ - заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{Доп}}$ - коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 1,16 для руководителя и 1,08 для инженера).

$k_P = 1,3$ - районный коэффициент для Томска.

Месячный должностной оклад инженера, руб.:

$$Z_{\text{м}} = 18760 \cdot 1,08 \cdot 1,3 = 26339,94$$

Среднедневная заработная плата инженера, руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{26339,94}{21} = 877,97$$

Зарботная плата инженера, руб.:

$$Z = 877,97 \cdot 92 = 80773,24$$

Месячный должностной оклад руководителя, руб.:

$$Z_{\text{м}} = 25500 \cdot 1,16 \cdot 1,3 = 38454$$

Среднедневная заработная плата руководителя, руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{38454}{30} = 1281,8$$

Зарботная плата руководителя, руб.:

$$Z = 1281,8 \cdot 32 = 41017,6$$

Итого по зарплате: $Z = 121790,84$ руб.

4.5.3 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot Z \quad (4.8)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды согласно формулы (4.8):

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot Z = 0,27 \cdot 80773,24 = 21808,77$$

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot Z = 0,27 \cdot 41017,6 = 11074,75$$

Итого: 32883,52 руб.

4.5.4 Амортизация

Затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Расчет затрат по данной статье заносится в таблицу 4.5

Таблица 4.5. Расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения и оборудования.

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования, шт	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.	Срок службы год
1	Лицензия на программное обеспечение Microsoft Office	2	6 000	12000	3
2	Компьютер	2	65 000	130000	5
3	Принтер	1	10 000	10000	5
4	Сканер	1	5 500	5 500	5
5	Компьютерный стол	2	7 200	14400	10
6	Стул	2	5 000	10000	10
Итого:				181900	

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

$$Z_A = \frac{\text{стоимость} \times N_{\text{дней использования}}}{\text{срок службы} \times 365} \quad (4.9)$$

Амортизация программного обеспечения:

$$Z_{\text{Апрогр}} = \frac{6000 \times 92}{3 \times 365} = 504,11 \text{ руб.}$$

Амортизация оргтехники обеспечения:

$$Z_{\text{Акомп}} = \frac{145500 \times 92}{5 \times 365} = 7334,80 \text{ руб.}$$

Амортизация мебели:

$$Z_{\text{Амеб}} = \frac{24400 \times 92}{10 \times 365} = 615,01 \text{ руб.}$$

Итого: 8454,92 руб.

4.5.5 Прочие затраты

К прочим затратам относят налоги, сборы, отчисления в специальные внебюджетные платежи по обязательному страхованию имущества, вознаграждения за изобретения и рационализаторские предложения, за подготовку кадров, оплата услуг связи и т.п. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{проч}} = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{исп}} + Z_{\text{внеб}} + Z_{\text{А}}) \times 0,1 = 16505,92 \text{ руб.}$$

Итого: 16505,92 руб.

4.5.6 Накладные расходы

К накладным расходам относятся расходы, дополнительные к основным затратам расходы, необходимые для обеспечения процессов производства, связанные с управлением, обслуживанием, содержанием и эксплуатацией оборудования плюс ненормированные расходы: брак, штрафы, пеня, проценты и т.д.

$$Z_{\text{накл}} = 3 \cdot 4 \quad (4.10)$$

Накладные расходы согласно (4.10), руб.:

$$Z_{\text{накл}} = 121790,84 \times 4 = 487163,36 \text{ руб.}$$

Для формирования итоговой величины затрат суммируются все ранее рассчитанные затраты по отдельным статьям как в отношении руководителя, так и инженера (дипломника). Определение бюджета затрат на научно-техническое исследование приведено в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Расчет бюджета затрат

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НИ	1930
2. Затраты по заработной плате исполнителей темы	121790,84
3. Отчисления во внебюджетные фонды	32883,52
4. Амортизация	8454,92
5. Прочие расходы ((п.1+п.2+п.3+п.4)*0,1)	16505,92
6. Накладные расходы	487163,36
7. Итого себестоимость разработки (п.1+п.2+п.3+п.4+п.5+п.6)	668728,56
8. Прибыль (п. 7*0,2)	133745,71
9. Договорная цена (п. 7+п. 8)	802474,272

4.5.7 Выбор трансформатора по экономическим показателям

Таблица 4.7 – Выбор трансформатора

№ варианта	Количество и технические данные трансформатора	Коэффициент загрузки β	Потери активной мощности ΔP	Цена трансформатора	Цена монтажа
1	ТМ – 6300 кВ·А $S_H = 6300$ кВ·А $\Delta P_{xx} = 46,5$ кВт $\Delta P_{кз} = 8$ кВт $I_{xx}\% = 0,8 \%$ $U_{кз}\% = 7,5$	$\beta = 0,4$	15,44	1050000	210000
	в 2 ^x ТМ – 6300 кВ·А		31 кВт	2100000	420000
2	ТМН – 6300 кВ·А $S_H = 6300$ кВ·А $\Delta P_{xx} = 7,6$ кВт $\Delta P_{кз} = 46,5$ кВт $I_{xx}\% = 0,8 \%$ $U_{кз}\% = 7,5$	$\beta = 0,33$	12,6 кВт	951547	190309
	в 2 ^x ТМН – 6300 кВ·А		25,2 кВт	1903094	380618

Потери активной и реактивной мощности в трансформаторах сравниваемых вариантов определяем по формулам:

$$\Delta P_T = \Delta P_{xx} + \Delta P_{кз} * \beta^2, \text{ кВт} \quad (4.11)$$

где ΔP_{xx} , $\Delta P_{кз}$ – номинальные активные потери в стали и обмотках трансформатора, кВт;

β – коэффициент загрузки трансформатора.

Потери в трансформаторах сравниваемых вариантов различны, этим обусловлено заметное их влияние на экономичность сравниваемых вариантов, следовательно их надо учитывать путем расчета активных потерь мощности.

Стоимость годовых потерь активной электроэнергии:

$$C_{\text{э}} = \Delta P * j \quad (4.12)$$

где ΔP – среднегодовые потери активной мощности, кВт;

$j = C_{\text{уэ}} * T_{\text{г}}$ – стоимость 1 кВт·года электроэнергии, руб./кВт·г;

$C_{\text{уэ}} = 2,10$ руб. / кВт·ч – стоимость 1 кВт·часа, руб./кВт·ч;

$T_{\text{г}}$ – годовое время включения электроустановки $T_{\text{г}} = 8760$ ч/год.

Стоимость годовых потерь электроэнергии для первого варианта по формуле (4.12):

$$C_{\text{э}} = 31 * 2.10 * 8760 = 570276$$

Стоимость годовых потерь электроэнергии для второго варианта по формуле (4.12):

$$C_{\text{э}} = 25,2 * 2.10 * 8760 = 463579,2$$

Рассчитаем издержки в сравниваемых вариантах:

$$\Delta И = \Delta И_{\text{реж}} + \Delta И_{\text{обсл}} + \Delta И_{\text{пот}} \quad (4.13)$$

где $\Delta И_{\text{реж}}$ – издержки на режимы работы;

$\Delta И_{\text{обсл}}$ – издержки на обслуживание;

$\Delta И_{\text{пот}}$ – издержки на потери электроэнергии;

Поскольку сравнение вариантов мы производим по потерям электроэнергии в трансформаторах, мы пренебрегаем издержками по обслуживанию и издержками по режиму работы

Издержки по потерям приравниваем к стоимости потерь электроэнергии, для первого варианта:

$$\Delta I_{\text{пот}} = C_{\text{э}} = 570276 \text{ руб}$$

для второго варианта:

$$\Delta I_{\text{пот}} = C_{\text{э}} = 463579,2 \text{ руб}$$

Рассчитаем капиталовложения в сравниваемых вариантах по формуле:

$$K = K_{\text{оборуд}} + K_{\text{монтаж}} \quad (4.14)$$

где $K_{\text{оборуд}}$ – стоимость оборудования;

$K_{\text{монтаж}}$ – затраты на монтаж и отладку оборудования.

Для первого варианта:

$$K = 2100000 + 420000 = 2520000 \text{ руб.}$$

Для второго варианта:

$$K = 1903094 + 380618 = 2283712 \text{ руб.}$$

Обоснование выбора варианта производится по показателям сравнительной экономической эффективности, в основе которых лежат капитальные вложения (K) и издержки производства (I). Воспользуемся формулой приведенных затрат ($Z_{\text{пр}}$):

$$Z_{\text{пр}} = E_n * K + I \quad (4.15)$$

где E_n – приемлемая норма доходности – 0,15;

K – капиталовложения.

I – издержки

Приведенные затраты для первого варианта:

$$Z_{np} = 0.15 * 2520000 + 570276 = 948276$$

Приведенные затраты для второго варианта:

$$Z_{np} = 0.15 * 2283712 + 463579.2 = 806136$$

Таблица 4.8 – Сравнение вариантов

	1 вариант	2 вариант
Капиталовложения (К)	2520000	2283712
Издержки (Ипот)	570276	463579,2
Затраты приведенные (Зпр)	948276	806136

Сравнивая два варианта, экономически целесообразным является вариант с минимальными приведенными затратами Зпр. Наименьшими приведенными затратами обладает второй вариант – трансформатор ТМН-6300

4.5.8 Смета затрат на оборудование

Капитальные вложения в проект реконструкции ПС 35/10 кВ «ЛПК» складываются из стоимости проекта, монтажа нового оборудования и из стоимости самого оборудования по выражению:

$$K = K_{\text{проект}} + K_{\text{оборуд}} + K_{\text{монтаж}}$$

где $K_{\text{проект}}$ – затраты на выполнение проекта;

$K_{\text{оборуд}}$ – стоимость оборудования;

$K_{\text{монтаж}}$ – затраты на монтаж и отладку оборудования.

Таблица 4.9 – Стоимость оборудования

№	Наименование работ и затрат	Количество	Стоимость	Итого
Раздел 1. Демонтаж				
1	Демонтаж блочной подстанции 35 кВ 6300 кВА	1	85800,74	85800,74
Раздел 2. Оборудование				
2	КТПМ-35/10 (КРУМ-35 кВ)	2	2064357	4128714
3	КТПМ-35/10 (КРУМ-10 кВ)	1	4290089	4290089
4	Трансформатор ТМН-6300/35-УХЛ1	2	951547	1903094
5	Трансформатор тока ТОЛ-10-1-1	14	3227	45178
6	Выключатель 35 кВ	8	145000	1160000
7	Выключатель 10 кВ	18	130000	2340000

Итого: 13952875,14

Стоимость оборудования $K_{об} = 13952875,14$ руб.

Монтаж оборудования составляет 15-20% от стоимости оборудования.

Поэтому, стоимость монтажа $K_{мон} = 13952875,14 \cdot 0,2 = 2790575,14$ руб.

Суммарные капитальные вложения в проект реконструкции ПС 35/10 кВ «ЛПК» равны:

$$K = 802474,272 + 13952875,14 + 2790575,14 = 17545,924 \text{ тыс. руб.}$$