

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

ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОДСТАНЦИИ 35/6 КВ ПРАВОБЕРЕЖНАЯ

УДК 621.311.4.001.6-04492

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А12	Маринский Дмитрий Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Кулешова Е.О.	к.ф.-м.н., доцент		

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.		

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>CDIOSyllabus</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>CDIOSyllabus</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>CDIOSyllabus</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	Требования ФГОС (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-12, ПК-14, ПК-15), <i>CDIOSyllabus</i> (2.2),

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
	электрических сетей энергосистем, а также энергосистемы в целом, интерпретировать данные и делать выводы.	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>CDIOSyllabus</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>CDIOSyllabus</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>CDIOSyllabus</i> (4.3, 4.7, 4.8), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
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>CDIOSyllabus</i> (3.2, 4.7), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i>

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
		<i>и 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>CDIOSyllabus</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>CDIOSyllabus</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>CDIOSyllabus</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>CDIOSyllabus</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
З-5А12	Маринский Дмитрий Александрович

Тема работы:

Проект реконструкции подстанции 35/6 кВ «Правобережная»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.02.16, №1026/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2016
--	------------

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>	Объектом исследования является подстанция 35/6 «Правобережная», находящаяся в г. Томске. В качестве исходных данных представлены: задание на проведение реконструкции подстанции; устанавливаемое оборудование; расчетные нагрузки потребителей.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>	Описание объекта; расчет нагрузок и мощности; расчет токов короткого замыкания; выбор основного оборудования; релейная защита.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Коршунова Л.А., к.т.н., доцент
Социальная ответственность	Бородин Ю.В., к.т.н., доцент

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	18.02.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Кулешова Е.О.	к.ф.-м.н., доцент		18.02.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A12	Маринский Д.А.		18.02.2016

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A12	Маринский Дмитрий Александрович

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. <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>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</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	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A12	Маринский Дмитрий Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A12	Маринский Дмитрий Александрович

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><i>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеословия, 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><i>Электроэнергетический объект, подстанция «Правобережная» 35/6 кВ.</i></p>
--	---

<p><i>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<p><i>Были рассмотрены различные нормативы, стандарты, строительные нормы и правила, ГОСТ 12.0.002-80, ПУЭ 85, СТО 56947007-29.240.10.028-2009 п.16.4.7., СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, СНиП 23-03-2003 п.7.7., П-89-80*, 2.05.02-85*, 23-01-99, 2.01.07-85, Закона РФ N 426-ФЗ от 28.12.13г., №421-ФЗ, трудовой Кодекс РФ.</i></p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><i>1. Производственная безопасность</i></p> <p><i>1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></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><i>В качестве основных вредных факторов проектируемой производственной среды, было решено рассмотреть воздействие шума освещения, несоответствие параметров микроклимата</i></p>
<p><i>1.2 Анализ выявленных опасных факторов произведённой среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); 	<p><i>В качестве основного выявленного опасного фактора проектируемой производственной среды была выбрана электробезопасность,</i></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> <ul style="list-style-type: none"> – пожары – взрывы
<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); – выбросы в атмосферу. <p>Влияние подстанций на окружающую среду.</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"> – Закона РФ №7-ФЗ от 12.01.2002г.; – Закона РФ №122-ФЗ от 22.08.2004, – Закона РФ №52 от 30.03.1999г – Закона РФ №89-ФЗ от 24.06.98г; – СНиП 23-01-99СанПиН 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
3-5А12	Маринский Дмитрий Александрович		

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

Институт Электронного обучения
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Уровень образования Бакалавр
Кафедра Электрических сетей и электротехники
Период выполнения весенний семестр 2015 /2016 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы: 01.06.2016

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.02.16	<i>Характеристика подстанции 35/6 «Правобережная»</i>	20
05.03.16	<i>Расчетная часть</i>	25
07.04.16	<i>Релейная защита</i>	15
14.04.16	<i>Финансовый менеджмент, ресурсосбережение и ресурсоэффективности</i>	15
16.05.16	<i>Социальная ответственность</i>	15
25.05.16	<i>Заключение</i>	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Кулешова Е.О.	к.ф-м.н., доцент		18.02.2016

СОГЛАСОВАНО:

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

Реферат

Дипломная работа 81 с., 2 рисунка, 23 таблиц, 12 источника.

Объектом исследования является подстанция «Правобережная».

В работе проводится реконструкция подстанции, напряжением 35/6 кВ. Осуществляется установка трансформатора ТДНС 16000/35/6, для увеличения мощности. Для определения затрат на реконструкцию был произведен экономический расчет. Так же был произведен анализ производственной и экологической безопасности.

Выпускная квалификационная работа выполнена с помощью программ Mathcad 15 и текстовом редакторе MSWord 2007 и представлена на компакт - диске (в конверте на обороте обложки).

					ФЮРА.140400.011 ПЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Реферат	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Маринский Д.А.					11	
Руков.		Кулешова Е.О.						
Н. контр.		Кулешова Е.О.				ТПУ ИнЭО Гр. 3-5А12		

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	10
ВВЕДЕНИЕ	11
РАЗДЕЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДСТАНЦИИ 35/6 «ПРАВОБЕРЕЖНАЯ»	17
1.1 Краткая характеристика реконструируемой ПС	17
1.2 Краткая характеристика района строительства	13
1.3 Собственные нужды ПС	14
1.4 Изоляция	14
1.5 Защита от внутренних и грозовых перенапряжений	14
1.6 Заземление	15
1.7 Электромагнитная совместимость	15
1.8 Освещение	17
РАЗДЕЛ 2 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	18
2.1 Расчет электрических нагрузок	18
2.2 Выбор числа и мощности силовых трансформаторов	19
2.3 Расчет токов короткого замыкания	20
2.4. Выбор основного оборудования	24
2.4.1. Выбор выключателей на стороне 6кВ.	25
2.4.2. Выбор выключателей на стороне 35 кВ.	27
2.4.3. Выбор трансформатора тока на стороне 6 кВ.	28
2.4.4. Выбор трансформатора тока на стороне 35 кВ.	29
2.4.5. Выбор трансформатора напряжения на стороне 35кВ.	31
2.4.6. Выбор трансформатора напряжения на стороне 6 кВ.	32
РАЗДЕЛА 3 РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА	33
РАЗДЕЛ 4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ	38
4.1. Планирование проекта. Структура работ в рамках проекта	38
4.2. Определение трудоемкости работы	38
4.3. Разработка графика проведения проекта	40

					ФЮРА.140400.011 ПЗ								
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Содержание				Лит.	Лист	Листов			
Разраб.	Маринский Д.А.							Лит.	Лист	Листов			
Руков.	Кулешова Е.О.							Лит.	Лист	Листов			
Н. контр.	Кулешова Е.О.							Лит.	Лист	Листов			
								ТПУ ИнЭО Гр. 3-5А12					

4.4. Оценка научного уровня	42
4.5. Затраты на разработку проекта.....	43
4.5.1. Расчет материальных затрат.....	43
4.5.2 Основная заработная плата исполнителей	44
4.5.3.Отчисления во внебюджетные фонды	46
4.5.4. Амортизационные отчисления.....	47
4.5.5. Прочие расходы.....	48
4.5.6. Накладные расходы.....	48
4.5.7 Выбор трансформатора.....	50
4.5.8. Смета затрат на оборудование	53
РАЗДЕЛ 5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	54
5.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов	55
5.2. Техника безопасности	56
5.3. Производственная санитария.....	57
5.4. Освещенность.....	60
5.5. Шум.....	61
5.6.Анализ причин поражения электрическим током	63
5.7. Пожарная безопасность.....	64
5.7.1. Система обеспечения пожарной безопасности подстанции	64
5.7.2Обоснование проектных решений по наружному противопожарному водоснабжению, по определению проездов и подъездов для пожарной техники.....	66
5.7.3 Описание и обоснование проектных решений по обеспечению безопасности людей при возникновении пожара	67
5.7.4.Перечень мероприятий по обеспечению безопасности подразделений пожарной охраны при ликвидации пожара	69
5.7.5. Описание и обоснование необходимости размещения оборудования противопожарной защиты	70
5.7.6.Описание организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности подстанции	71
5.8. Охрана окружающей среды	72
5.8.1. Краткая характеристика района и площадки строительства	72
5.8.2. Воздействие объекта на атмосферный воздух в период строительства	73
5.8.3. Выбросы в атмосферу	74
5.8.4. Возможные аварийные ситуации.....	74

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ПС – подстанция

ОПУ – общеподстанционный пункт управления

ОРУ – открытое распределительное устройство

ЗРУ – закрытое распределительное устройство

КРУ – комплексное распределительное устройство

РДУ – регионально диспетчерское управление

ОПН – ограничитель перенапряжения

КЗ – короткое замыкание

ЭМО – электромагнитная обстановка

ЭМС – электромагнитная совместимость

ЛЭП – линия электропередач

МТЗ – максимальная токовая защита

ЛЗШ – логическая защита шин

ЗМН – защита минимального напряжения

					ФЮРА.140400.011 ПЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Список сокращений	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Маринский Д.А.						
Руков.		Кулешова Е.О.					14	119
Н. контр.		Кулешова Е.О.				ТПУ ИнЭО Гр. 3-5А12		

ВВЕДЕНИЕ

Энергетика – область хозяйственно-экономической деятельности человека, совокупность естественных и искусственных подсистем, которые служат для преобразования, распределения и использования энергоресурсов всех видов. Цель энергетики - обеспечение производства энергии путём преобразования первичной во вторичную (электрическую или тепловую энергию). Производство энергии происходит в несколько стадий:

- передача вторичной энергии потребителям;
- передача ресурсов к энергетическим установкам;
- преобразование с помощью электростанций первичной энергии во вторичную;
- получение и концентрация энергетических ресурсов;

Электрическая сеть — совокупность подстанций, распределительных устройств, линий электропередачи, предназначенная для передачи и распределения электрической энергии. Электрическая сеть обеспечивает возможность выдачи мощности электростанций, её передачи на расстояние, преобразование параметров электроэнергии (напряжения, тока) на подстанциях и её распределение по территории вплоть до непосредственных электроприёмников.

В выпускной квалификационной работе рассматривается реконструкция подстанции 35/6 кВ «Правобережная». ПС находится на территории г. Томска, Томской области.

Подстанция обслуживает потребителей г. Томска. Район, в котором расположена ПС, развивается, появляются новые потребители, строятся жилые, многоквартирные дома.

					ФЮРА.140400.011 ПЗ			
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разраб.	Маринский Д.А.				Введение	Лит.	Лист	Листов
Руков.	Кулешова Е.О.						15	
Н. контр.	Кулешова Е.О.					ТПУ ИнЭО Гр. 3-5А12		

На подстанции не хватает мощности для обслуживания всех потребителей.

Реконструкция ПС производится для, увеличения надежности и мощности. На ПС будет произведена замена трансформаторов 2х16 на 3х16. Будет установлен новый трансформатор типа ТДНС 16000/35/6. Также будет произведено перемещение 2-х действующих трансформаторов ТД-16000/35/6. Будет снос старого ОПУ. Произведена замена ОРУ-35 на КРУ-35 модульного типа.

Использование КРУ-35 позволяет повысить мобильность и маневренность систем электроснабжения, уменьшить протяженность линий электропередач и, следовательно, повысить надежность работы защит, снизить объем строительного-монтажных работ и сроки ввода электрооборудования в эксплуатацию.

РАЗДЕЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДСТАНЦИИ 35/6 «ПРАВОБЕРЕЖНАЯ»

1.1 Краткая характеристика реконструируемой ПС

Подстанция 35/6 кВ «Правобережная» находится в зоне обслуживания ОАО «Томской распределительной компании», находится в оперативном ведении Томского РДУ. Подстанция размещается в черте города Томск, расположена по адресу г. Томск, ул. Водяная, 49.

На подстанции установлено два трехфазных двухобмоточных силовых трансформатора мощностью 16 МВА типа ТД-16000/35/6.

Распределительное устройство 35 кВ выполнено открытым по схеме 35-13 «Две рабочие системы шин». Питание подстанции осуществляется по трем воздушным линиям 35 кВ от ПС Северная (3511), ПС Западная (3515), ПС Западная (3516).

Распределительное устройство 6 кВ выполнено комплектным по схеме 6-1 «Одна одиночная, секционированная выключателями система шин».

К шинам КРУ-6 кВ подключено 22 потребительских кабельных линии. Панели релейной защиты и автоматики и щиты собственных нужд расположены в помещениях общеподстанционного пункта управления (ОПУ).

На открытой части подстанции установлены три трансформатора собственных нужд 6/0,4 кВ мощностью 100 кВА и три дугогасящих реактора типа ТМ-100/6/0,4.

					ФЮРА.140400.011 ПЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДСТАНЦИИ 35/6 «ПРАВОБЕРЕЖНАЯ»	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Маринский Д.А.					17	
Руков.		Кулешова Е.О.						
Н. контр.		Кулешова Е.О.						
						ТПУ ИнЭО Гр. 3-9202		

1.2 Краткая характеристика района строительства

Реконструируемая подстанция 35/6 кВ «Правобережная» расположена по адресу: Томск, ул. Водяная, 49.

В административном отношении площадка расположена на территории г. Томска, Томской области.

По климатическому районированию район строительства относится к I климатическому району, подрайон В. Район по ветровому давлению III, по гололёду – II (15 мм). Расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$, средняя температура июля $18,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, средняя температура января $-19,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, нормативная глубина сезонного промерзания грунтов 2,25 м.

1.3 Собственные нужды ПС

Питание приводов коммутационных аппаратов, панелей релейных защит и автоматики, освещения и отопления подстанции осуществляется от щита собственных нужд переменного тока, установленного в существующем ОПУ в старом здании подстанции. К щиту собственных нужд подается напряжение 380В от трансформаторов собственных нужд 6/0,4 кВ мощностью 100 кВА, установленных на открытой части подстанции. Реконструкция системы собственных нужд подстанции предусматривает замену щита собственных нужд без замены ТСН. Новый щит собственных нужд устанавливается в модульном ОПУ.

1.4 Изоляция

На территории ПС принята II степень загрязнения атмосферы. Изоляция проектируемого оборудования ЗРУ-35 кВ принята для оборудования с номинальным напряжением до 35 кВ с удельной эффективной длиной пути утечки не менее 2,35 см/кВ. Опорно-стержневые изоляторы 35 кВ приняты с полимерной изоляцией из кремнийорганической резины на номинальное напряжение 35 кВ.

1.5 Защита от внутренних и грозовых перенапряжений

Защита ПС от прямых ударов молнии в соответствии осуществляется при помощи отдельно стоящих молниеотводов, установленных на территории подстанции. Защита от перенапряжений обмоток трансформаторов Т1, Т2, Т3 и остального оборудования на ЗРУ 35 кВ выполняется с помощью ОПН 35 кВ 2-го класса пропускной способности, устанавливаемых у выводов Т1, Т2 и Т3 и в ячейках линий 35 кВ. Защита оборудования 6 кВ предусматривается при помощи ограничителей перенапряжений с длительно допустимым рабочим напряжением 12 кВ, устанавливаемых на выводах 6 кВ трансформаторов Т1, Т2 и Т3.

1.6 Заземление

Заземление вновь устанавливаемого оборудования на ПС 35/6 кВ «Правобережная» выполняется путем присоединения металлических частей электрических аппаратов, которые могут оказаться под напряжением, вследствие их повреждения, к контуру заземления подстанции стальной полосой 5х25. Все соединения элементов к контуру заземления должны выполняться сваркой внахлестку. После сварки швы обработать антикоррозийной токопроводящей пастой и защитить антикоррозийной лентой.

Сопrotивление заземляющего устройства должно быть не более 0,5 Ом в любое время года. Защитное заземление в части прокладки и присоединения оборудования должно быть выполнено в соответствии с главой 1.7 ПУЭ (7-е издание). Заземлению также подлежат металлические корпуса приборов, аппаратов, шкафы защиты и автоматики и т.д. Для заземления использовать отдельные жилы кабеля, с присоединением к главной заземляющей шине в щите собственных нужд.

1.7 Электромагнитная совместимость

Для кабелей управления, сигнализации и защиты предусматривается ряд мероприятий, в по защите от импульсных помех в соответствии с РД 34.20.166-93, в том числе:

- размещение молниеотводов на открытой части ПС выполняется на расстоянии не менее десяти метров по отношению к кабельным лоткам с кабелями управления, защиты, измерения для обеспечения растекания тока молнии за пределами лотков. В единичных случаях, при прокладке лотков с контрольными кабелями на расстоянии 5-10 м от фундаментов молниеотводов, предусматривается экранирование кабельной трассы не менее, чем двумя искусственными заземлителями, идущими между лотком и молниеотводом параллельно кабельной трассе;
- расстояние между силовыми кабелями 0,4 кВ и контрольными при параллельной прокладке трас принимается не менее 600 мм;
- вторичные цепи располагаются как можно дальше от источников электромагнитных воздействий;
- экраны контрольных кабелей заземляются с обоих концов;
- к шине заземления должны быть присоединены экран и свободные проводники кабелей;
- для уменьшения индуцированных помех используется экранирование линий питания и связи;

- металлические элементы труб, коробов и экраны кабелей соединяются с общими шинами объектов.

- снижение входного сопротивления растеканию тока КЗ путем обеспечения растекания токов не менее, чем в 2-х направлениях в месте присоединения заземляющего спуска от высоковольтного аппарата к заземляющему устройству подстанции, и растекание токов не менее, чем в 4-х направлениях в радиусе не более 3-х метров от точки присоединения заземляющего спуска к заземляющему устройству;

Необходимо проведение инструментального обследования электромагнитной обстановки (ЭМО) после завершения пусконаладочных работ и включения ПС по нормальной схеме на соответствие требованиям по электромагнитной совместимости (ЭМС).

1.8 Освещение

На подстанции предусмотрено рабочее, ремонтное и охранное освещение. Напряжение питания рабочего и охранного освещения - 220 В, ремонтного - 36 В в помещении и 12 В на открытой территории ПС. В ОПУ, РУ-35 кВ и РУ-6 кВ предусматривается также аварийное освещение, которое питается в нормальном режиме от сети переменного тока 380/220 В, а в аварийном - автоматически переключается на постоянный ток 220 В. На открытой части ПС рабочее освещение предусматривается светильниками (прожекторами), охранное освещение предусматривается вдоль внутренней стороны ограждения ПС светильниками. Нормируемая освещенность на открытой территории ПС в соответствии со СНиП 23-05-95 принята:

- для газовых реле, указателей масла - 10 лк в вертикальной плоскости;

- для выводов трансформаторов, ОПН - 5 лк в вертикальной плоскости;

- для главных проходов и проездов - 1 лк на земле;

- проездов - 0,5 лк на земле.

Освещение помещений зданий предусматривается светильниками, соответствующими назначению помещений. В качестве источников света рабочего освещения приняты светильники с люминесцентными лампами и лампами накаливания, в качестве источников аварийного освещения приняты светильники с лампами накаливания. Нормы освещенности помещений приняты согласно СНиП 23-05-95.

В помещении коридора управления вновь устанавливаемых ячеек 35 кВ предусмотрено общее освещение из расчета один светильник на одну ячейку. Освещение выполняется с использованием закрытых полу герметичных светильников с лампами накаливания мощностью не более 60 Вт, напряжением 220 В.

РАЗДЕЛ 4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И РЕСУРСОЭФФЕКТИСНОСТЬ

4.1. Планирование проекта. Структура работ в рамках проекта.

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

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

Для выполнения научных исследований 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.

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 $t_{ожж}$ используется следующая формула:

					ФЮРА.140400.011 ПЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И РЕСУРСОЭФФЕКТИСНОСТЬ	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Маринский Д.А.						43	
Руков.	Коршунова Л.А.							
Н. контр.	Кулешова Е.О.					ТПУ ИнЭО Гр. 3-5А12		

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\max i}}{5}$$

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.:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 3}{5} = 2,4$$

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 научных исследований составляет около 65 %.

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

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

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

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

Пример расчета трудоемкости и продолжительности работы 1:

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

$$T_{\text{рi}} = \frac{t_{\text{ожі}}}{\text{Ч}_i} = \frac{3,6}{1} = 3,6 \approx 4.$$

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:

$$T_{\text{ки}} = T_{\text{ри}} \times k_{\text{кал}}$$

где $T_{\text{ки}}$ – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

$T_{\text{ри}}$ – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$

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

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

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

Рассчитаем коэффициент календарности:

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

Затем найдем длительность работ в календарных днях:

$$T_{ki} = 1,2 \times 1,48 = 1,78$$

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

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 11- Календарный план-график проведения научного исследования по теме

№ работ	Виды работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.
1	Разработка технического задания	Руководитель	3
2	Сбор и изучение литературы, нормативно-технической документации и других материалов	Проектировщик	8
3	Формулирование возможных направлений решения задач и их сравнительная оценка	Проектировщик	13
4	Описание электрической схемы	Руководитель	17
5	Расчет нагрузок	Руководитель, Проектировщик	22
6	Расчет токов КЗ	Проектировщик	39

7	Выбор оборудования	Проектировщик	49
8	Расчет релейной защиты	Руководитель	64
9	Составление пояснительной записке	Проектировщик	77

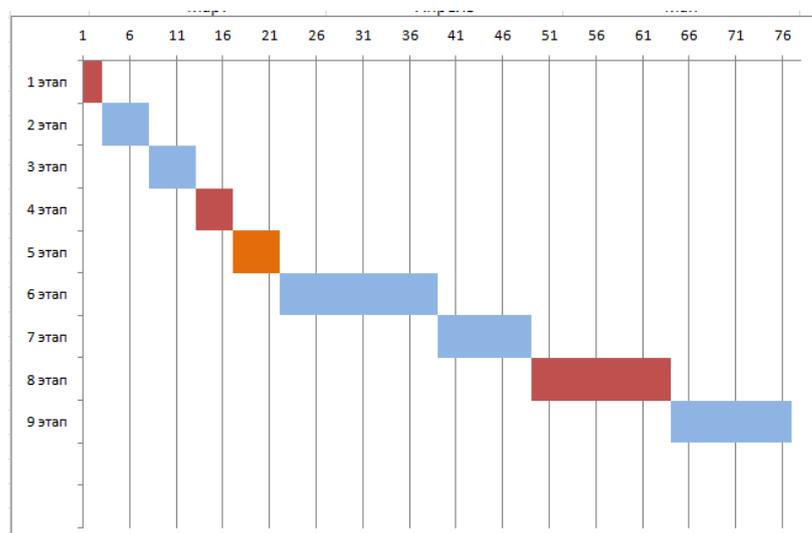


Рисунок 4.1 – Календарный график и график занятости.

4.4. Оценка научного уровня

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

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

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

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

d_i – значимость i -го фактора;

n – количество факторов.

При оценке научной результативности используются различные факторы, влияющие на их количественную оценку.

Таблица 12 - Оценка научного уровня разработки

Показатели	Значимость показателя	Достигнутый уровень	Значение i -го фактора
	d_i	$K_{дyи}$	$K_{дyи} \cdot d_i$
1. Новизна полученных или предполагаемых результатов	0,2	0,1	0,02
2. Перспективность использования результатов	0,3	0,3	0,09
3. Завершенность полученных результатов	0,2	0,9	0,18
4. Масштаб возможной реализации полученных результатов	0,2	0,2	0,04
Результативность	$K_{ny} = \sum(K_{дyи} \cdot d_i) = 0,33$		

4.5. Затраты на разработку проекта

При планировании бюджета должно обеспечиваться полное и достоверное отражение всех видов расходов, которые связаны выполнением исследования. В процессе формирования бюджета используются следующие виды затрат:

- материальные затраты;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.5.1. Расчет материальных затрат

К материальным затратам относятся: покупные материалы, а также запасные части для ремонта оборудования, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, не относимых к основным средствам, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов. В материальные затраты, не беря в расчет вышеуказанных затрат, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Материальные затраты представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага	Пачка	5	250	1250
Ручка	Штука	4	45	180
Картридж для принтера	Штука	2	800	1600
Карандаш механический	Штука	8	25	200
Флеш память	Штука	2	590	1180
Итого				4410

В таблице указан перечень материальных затрат и их стоимость. В итоге материальные затраты составили 4410 рублей.

4.5.2 Основная заработная плата исполнителей

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы.

Тарифная заработная плата $Z_{тс}$ находится из произведения тарифной

ставки работника, для проектировщика и для руководителя, тарифная ставка приведена в таблице 14:

Таблица 14 – Заработная плата по тарифной ставке

Исполнители	Тарифная ставка
Проектировщик	18000
Руководитель	25000

Заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением проекта, включая премии, доплаты и дополнительную заработную плату определяется по формуле:

$$З = З_{\text{дн}} \times T_p,$$

где $Z_{\text{дн}}$ – заработная плата работника в день;

T_p – продолжительность работ.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}}}{F_{\text{д}}},$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$F_{\text{д}}$ – количество отработанных дней в месяце, равен 21 день.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \times k_{\text{доп}} \times k_{\text{р}}$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для города Томска);

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, для проектировщика равен 1,08, для руководителя равен 1,16.

Рассчитаем заработную плату проектировщика.

Месячный должностной оклад:

$$Z_{\text{м}} = 18000 \times 1,08 \times 1,3 = 25272 \text{руб.}$$

Дневная заработная плата:

$$З_{\text{дн}} = \frac{25272}{21} = 1203,42 \text{руб.}$$

Заработная плата:

$$З = 1203,42 \times 55 = 66188,10 \text{руб.}$$

Рассчитаем заработную плату руководителя.

Месячный должностной оклад:

$$З_{\text{м}} = 25000 \times 1,16 \times 1,3 = 37700 \text{руб.}$$

Дневная заработная плата:

$$З_{\text{дн}} = \frac{37700}{21} = 1795,24 \text{руб.}$$

Заработная плата:

$$З = 1795,24 \times 22 = 39495,28 \text{руб.}$$

Общая заработная плата проектировщика и руководителя составляет:
 $З = 105683,38 \text{руб.}$

4.5.3. Отчисления во внебюджетные фонды

В данном разделе отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам: органы государственного социального страхования (ФСС), пенсионный фонд (ПФ), медицинское страхование (ФФОМС), от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot З_{\text{ЗП}}$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2015 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

Величина отчислений определяется по формуле:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \times З_{ЗП} = 0,3 \times 105683,38 = 31705 \text{руб.}$$

4.5.4. Амортизационные отчисления

В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Таблица 15–Затраты на специальное оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.	Срок службы, год
1	Ноутбук ACER	1	34,6	34,6	5
2	Microsoft Office Professionl 2013	1	19,4	19,4	3
3	Microsoft Visio Professionl 2013	1	13,9	13,9	3
4	RastrWin 3.0	1	250	250	3
5	Принтер HP	1	4,6	4,6	5
6	Мебель (стол, стул, шкаф)	3	15,3	15,3	10
Итого:				337,8тыс.руб.	

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

$$Z_A = \frac{\Phi_C \times T_{исп}}{T_{сл} \times T_{год}}$$

Амортизация программного обеспечения:

$$Z_{Апрогр} = \frac{283300 \times 77}{3 \times 365} = 19921,55 \text{ руб.}$$

Амортизация оргтехники обеспечения:

$$Z_{Акомп} = \frac{39200 \times 77}{5 \times 365} = 1653,91 \text{ руб.}$$

Амортизация мебели:

$$Z_{Амеб} = \frac{15300 \times 77}{10 \times 365} = 322,76 \text{ руб.}$$

Итого: $Z_A = 21898,22$ руб.

4.5.5. Прочие расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие разделы расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования оплата услуг связи, электроэнергия почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{нр}$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 10%.

$$Z_{нр} = (4410 + 105683,38 + 31705 + 17734) \times 0,1 = 15953,24 \text{ руб.}$$

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.

$$Z_{накл} = 3 \cdot 4 (4.10)$$

Накладные расходы, руб.:

$$Z_{накл} = 105683,38 \times 4 = 422733,52 \text{руб.}$$

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 16.

Таблица 16 – Расчет бюджета затрат

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	4410
2. Затраты по заработной плате исполнителей темы	105683,38
3. Отчисления во внебюджетные фонды	31705
4. Амортизация	21898,22
5. Прочие расходы	15953,24
6. Накладные расходы	422733,52
7. Итого себестоимость разработки	602383,36
8. Прибыль (п. 7*0,2)	120476,67
9. Договорная цена (п. 7+п. 8)	722859,93

4.5.7 Выбор трансформатора

Таблица 17 – Выбор трансформатора

№ варианта	Количество и технические данные трансформатора	Коэффициент загрузки β	Потери активной мощности ΔP	Цена трансформатора	Цена монтажа
1	ТДНС – 16000 кВ·А $S_H = 16000$ кВ·А $\Delta P_{xx} = 17$ кВт $\Delta P_{кз} = 85$ кВт $I_{xx}\% = 0,7\%$ $U_{кз}\% = 10$	$\beta = 0,5$	38,2	7500000	1500000
	в 2 ^х ТДНС – 16000 кВ·А				
2	ТД – 16000 кВ·А $S_H = 16000$ кВ·А $\Delta P_{xx} = 21$ кВт $\Delta P_{кз} = 90$ кВт $I_{xx}\% = 0,8\%$ $U_{кз}\% = 8$	$\beta = 0,5$	55,5 кВт	8300000	1660000
	в 2 ^х ТД – 16000 кВ·А				

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 ΔP .

Стоимость годовых потерь активной электроэнергии:

$$C_э = \Delta P * C_{yэ} * T_T \quad (4.12)$$

где ΔP – среднегодовые потери активной мощности, кВт;

$C_{y3} = 2,10$ руб. / кВт·ч – стоимость 1 кВт·часа, руб./кВт·ч;

T_r – годовое время включения электроустановки $T_r = 8760$ ч/год.

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

$$C_3 = 76,4 * 2,10 * 8760 = 1405454,4$$

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

$$C_3 = 87 * 2,10 * 8760 = 1600452$$

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:

$$\Delta I_{\text{пот}} = C_3 = 1405454,4 \text{ руб}$$

для второго варианта:

$$\Delta I_{\text{пот}} = C_3 = 1600452 \text{ руб}$$

Рассчитаем капиталовложения в сравниваемых вариантах по формуле:

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

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

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

Для первого варианта:

$$K = 15000000 + 3000000 = 18000000 \text{ руб.}$$

Для второго варианта:

$$K = 16600000 + 3320000 = 19920000 \text{ руб.}$$

Обоснование выбора варианта производится по показателям сравнительной экономической эффективности, в основе которых лежат капитальные вложения (К) и издержки производства (И). Воспользуемся формулой приведенных затрат (Зпр):

$$Z_{пр} = E_n * K + И$$

где E_n – приемлемая норма доходности – 0,15;

K – капиталовложения.

$И$ – издержки

Приведенные затраты для первого варианта:

$$Z_{пр} = 0.15 * 18000000 + 1405454.4 = 4105454,4$$

Приведенные затраты для второго варианта:

$$Z_{пр} = 0.15 * 19920000 + 1600452 = 4588452$$

Таблица 18 – Сравнение вариантов

	1 вариант	2 вариант
Капиталовложения (К)	18000000	19920000
Издержки (Ипот)	1405454.4	1600452
Затраты приведенные (Зпр)	4105454,4	4588452

Сравнивая два варианта, экономически целесообразным является вариант с минимальными приведенными затратами Зпр

Наименьшими приведенными затратами обладает первый вариант – трансформатор ТДНС-16000/35

4.5.8. Смета затрат на оборудование

Капитальные вложения в проект реконструкции 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 19 – Устанавливаемое оборудование

Наименование оборудования	Единица измерений	Кол-во шт.	Стоимость руб.	Стоимость монтажа
Трансформатор ТДНС 16000/35/6 кВ	Комплект	1	7500000	1500000
КРУ-35 кВ модульного типа	Комплект	1	12713654	2542731
Шкафы РЗА	Комплект	8	1429200	285840

Монтаж оборудования составляет 20% от стоимости оборудования.

Капиталовложения на приобретение и монтаж электрооборудования составили: на оборудование 21642854 руб., на монтаж 4328571 руб.

Определяем общие капиталовложения на реконструкцию.

$$K=722859,93+21642854+4328571= 26694284,9 \text{ руб.}$$