

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 35/10 КВ БОГАШЕВО ПАО «ТРК»

УДК 621.311.4-048.35.001.63

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А2Г1	Лысенко Никита Петрович		

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	Кузьмина Н.Г.	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

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

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____ 14.02.2017 Прохоров А.В.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-5А2Г1	Лысенко Никите Петровичу

Тема работы:

Проект реконструкции подстанции 35/10 кВ Богашево ПАО «ТРК»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

07.06.2017

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Реконструкция подстанции 35/10 кВ, в связи с подключением новых объектов и вследствие этого увеличения нагрузки. Расчет нагрузок, замена силовых трансформаторов на более мощные, замена устаревшего оборудования на новое, современное. Подстанция относится к Томской энергосистеме, располагается в Томской области.
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Расчет электрических нагрузок потребителей и выбор основного оборудования. В ходе проведения расчета производится выбор числа и мощности силовых автотрансформаторов, расчет нормальных и аварийных режимов работы подстанции, выбор электрических аппаратов, распределительных устройств, и т.п. Выполняются все необходимые проверки выбранного оборудования. Обоснование выбора микропроцессорного устройства релейной защиты
---	--

Перечень графического материала	
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
---	--

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кузьмина Наталия Геннадьевна
Социальная ответственность	Бородин Юрий Викторович

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

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.02.2017г.
---	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кулешова Е.О.	к.ф-м.н., доцент		10.02.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А2Г1	Лысенко Н.П.		10.02.2017

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-5А2Г1	Лысенко Никита Петрович

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ЭСиЭ
Уровень образования	Бакалавр	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>	1. <i>Должностной оклад НР -26300 руб. Должностной оклад ИП – 17000 руб</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	1. <i>Отчисления по страховым взносам составляют 30% от ФОТ</i> 2. <i>Районный коэффициент составляет 30%.</i> 3. <i>Накладные расходы – 200 %</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	1. <i>Отчисления на уплату во внебюджетные фонды – 30%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	1. <i>Планирование работ и определение их временных оценок.</i> 2. <i>Смета затрат на проектирование.</i>
2. <i>Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок.</i>	3. <i>Смета затрат на спецоборудование</i>
3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности.</i>	4. <i>Расчет потерь трансформатора.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Кузьмина Н.Г.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А2Г1	Лысенко Н.П.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A2Г1	Лысенко Никита Петрович

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"> – <i>вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)</i> – <i>опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)</i> – <i>негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)</i> – <i>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</i> 	<p><i>Электроэнергетический объект, понижающая трансформаторная подстанция «Богашево» 35/10 кВ.</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"> – <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> – <i>действие фактора на организм человека;</i> – <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i> – <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i> 	<p><i>В качестве основных вредных факторов проектируемой производственной среды, было решено рассмотреть воздействие шума, освещения, электромагнитного излучения, 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"> – <i>механические опасности (источники, средства защиты);</i> – <i>термические опасности (источники, средства защиты);</i> – <i>электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</i> – <i>пожаро- и взрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства</i> 	<p><i>В качестве основных выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды были выбраны механические факторы, электробезопасность и пожаробезопасность.</i></p>

<i>пожаротушения)</i>		
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p><i>Влияние подстанций на окружающую среду. Разработана система сбора трансформаторного масла, маслованна, маслоприемник и система слива масла в аварийной ситуации</i></p>	
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p><i>Наиболее вероятными чрезвычайными ситуациями на подстанции могут быть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -пожары -террористические акты 	
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p><i>ПУЭ 85, ГОСТ 12.1.009 – 76, ГОСТ 12.2.062 – 82, ГОСТ 12.4.125 – 83, ГОСТ 12.0.004 – 90, СанПиН 2.2.4.548 - 96 СП, 52.13.330.2011, СанПиН 2.2.4.3359-16, ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ, Постановление правительства РФ №390 от 25.04.2012 «О противопожарном режиме», ГОСТ Р.22.0.02-94, РД 34.03.350-98.</i></p>	
Перечень графического материала:		
<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>		
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику		

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А2Г1	Лысенко Н.П.		

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 2016 /2017 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.02.16	<i>Описательная часть объекта</i>	15
15.03.16	<i>Расчетная часть</i>	20
25.03.16	<i>Выбор оборудования</i>	15
05.03.16	<i>Релейная защита и автоматика</i>	10
15.04.16	<i>Финансовый менеджмент, ресурсосбережение и ресурсоэффективность</i>	15
18.05.16	<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		10.02.2017

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электрических сетей и электротехники	Прохоров А.В.	к.т.н.		14.02.2017

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 90 с., содержит 7 рис., и 27 табл., 18 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: подстанция, реконструкция, трансформатор, напряжение, короткое замыкание, выключатель.

Объектом исследования является подстанция 35/10 кВ «Богашево», относится к Центральным электрическим сетям, Томской распределительной компании.

Цель работы – проект реконструкции с увеличением мощности для вновь подключаемых объектов и увеличения надежности электроснабжения.

В процессе исследования проводились расчеты электрических нагрузок, токов короткого замыкания и выбор оборудования.

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

Выпускная квалификационная работа выполнена с помощью компьютерных программ Microsoft Office 2016, Mathcad 15 и Math Type и представлена на компакт - диске (в конверте на обороте обложки).

					ФЮРА.13.03.02.002 ПЗ		
Изм/Лист	№ док.им.	Подп.	Дата				
Разраб.	Лысенко Н.П.			Реферат	Лит.	Лист	Листов
Рцков.	Кулешова Е.О.					10	90
Н. контр.	Кулешова Е.О.				ТПУ ИИЭО Гр. 3-5А2Г1		

Содержание

Список сокращений.....	13
Введение.....	14
1. Описательная часть объекта.....	16
1.1. Характеристики ПС «Богашево».....	16
1.2. Климатические характеристики района.....	17
1.3. Развитость транспортной инфраструктуры.....	18
1.4. Принципы проектирования подстанций.....	20
2. Расчетная часть	22
2.1. Расчет электрических нагрузок.....	22
2.2. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов.....	23
2.3. Расчет токов короткого замыкания.....	25
3. Выбор оборудования.....	33
3.1. Выбор выключателей на стороне 35 кВ.....	33
3.2. Выбор ограничителя перенапряжения на стороне 35 кВ.....	36
3.3. Выбор выключателя на стороне 10 кВ.....	37
3.4. Выбор ограничителя перенапряжения на стороне 10 кВ.....	40
3.5. Выбор трансформатора тока на стороне 35 кВ.....	40
3.6. Выбор трансформатора тока на стороне 10 кВ.....	42
3.7. Выбор трансформатора напряжения на стороне 35 кВ.....	43
3.8. Выбор трансформатора напряжения на стороне 10 кВ.....	46
4. Релейная защита и автоматика.....	47
4.1. Защита трансформатора	48
5. Финансовый менеджмент, ресурсосбережение и ресурсоэффективность.....	53
5.1. Планирование работ и определение их временных оценок	53
5.2. Смета затрат на проектирование.....	54

					ФЮРА.13.03.02.002 ПЗ					
Изм/Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Содержание			Лит.	Лист	Листов	
Разраб.	Лысенко Н.П.								11	90
Рцков.	Кулешова Е.О.						ТГУ ИнЭО Гр. 3-5А2Г1			
Н. контр.	Кулешова Е.О.									

5.2.1. Амортизация компьютерной техники.....	55
5.2.2. Затраты на заработную плату.....	55
5.2.3. Затраты на социальные нужды.....	57
5.2.4. Прочие затраты.....	57
5.2.5. Накладные расходы.....	58
5.3. Смета затрат на спецоборудование.....	59
5.4. Экономическое обоснование выбора трансформатора.....	60
6. Социальная ответственность.....	63
6.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	63
6.2. Производственная безопасность.....	64
6.3. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	66
6.4. Производственная санитария.....	66
6.5. Микроклимат.....	67
6.6. Освещение.....	69
6.7. Электромагнитные поля.....	73
6.8. Шум.....	74
6.9. Пожарная безопасность.....	75
6.10. Экологическая безопасность.....	78
6.11. Чрезвычайные ситуации.....	80
Заключение.....	86
Список использованных источников.....	87
Приложение А.....	89
Приложение Б.....	90

Список сокращений

- ПС – подстанция
- ОРУ – открытое распределительное устройство
- ЗРУ – закрытое распределительное устройство
- ОПУ – общеподстанционный пункт управления
- КРУ – комплексное распределительное устройство
- РДУ – регионально диспетчерское управление
- ОПН – ограничитель перенапряжения
- КЗ – короткое замыкание
- ВЛ – воздушная линия
- ВЛЭП – воздушная линия электропередачи
- ПУЭ – правила устройства электроустановок
- ПТБ – правила техники безопасности
- МПОТ – межотраслевые правила по охране труда
- РУ – распределительное устройство
- РЗА – релейная защита и автоматика
- МУРЗ – микропроцессорное устройство релейной защиты
- МТЗ – максимальная токовая защита
- ЛЗШ – логическая защита шин
- ЗМН – защита минимального напряжения
- УРОВ – устройство резервирования отказа выключателя
- ТТ – трансформатор тока
- АПВ – автоматическое повторное включение
- АВР – автоматический ввод резерва

					ФЮРА.13.03.02.012 ПЗ				
Изм/Лист	№ док. №	Подп.	Дата	Список сокращений			Лит.	Лист/Ли	Листов/Лис
Разраб.	Лысенко Н.П.								13
Рцков.	Кулешова Е.О.			ТГУ ИнЭО Гр. 3-5А2Г1					
Н.контр.	Кулешова Е.О.								

Введение

Электрическая энергия - базовый ресурс, без которого невозможно какое-либо развитие в любую историческую эпоху, и особенно, современную, индустриальную.

Подстанция «Богашево» 35/10 кВ расположенная в с.Богашево Томского района Томской области. Она относится к Центральным электрическим сетям. ПС Богашево построена в 1958 г. Все оборудование на подстанции физически и морально устарело.

На ОРУ 35 установлены два трансформатора мощностью по 7500 кВа, дата их производства приблизительно 1930е-40е годы, один трансформатор изготовлен в СССР, второй производства Германии. Первый введен в эксплуатацию на подстанции с 1973 года, второй введен в эксплуатацию с 1978 года.

Масляные выключатели, разъединители установлены на подстанции так же в 1973 году. На сегодняшний день масляные выключатели считаются устаревшими, более затратными в плане ремонта и обслуживания, нежели применяемые в последнее время выключатели вакуумного типа на напряжение 35 кВ.

В ЗРУ 10 установлены масляные выключатели ВМГ-133 с электромагнитным приводом ПЭ-11. Это и другое оборудование, установленные в 1973-78 годах, требуют замены, так оно изношено и морально устарело.

					ФЮРА.13.03.02.012 ПЗ		
Изм/Лист	№ док.им.	Подп.	Дата				
Разраб.	Лысенко Н.П.			Введение	Лит.	Лист	Листов
Рцков.	Кулешова Е.О.					14	90
Н. контр.	Кулешова Е.О.				ТПУ ИнЭО Гр. 3-5А2Г1		

Район п.Богашево стремительно развивается, строятся новые многоквартирные дома, выделяются участки для индивидуального жилого строительства, что создает дополнительные нагрузки на энергосистему.

Подстанция питает потребителей всех категорий, наиболее важный из которых - это аэропорт «Богашево», международный аэропорт города Томска федерального значения.

Результатом реконструкции является повышение надежности электроснабжения потребителей, расположенных в с.Богашево и увеличение потребляемой мощности на дальнейшую перспективу.

1 Описательная часть объекта

1.1 Характеристики ПС Богашево

Подстанция «Богашево» 35/10 кВ – понижающая, двухтрансформаторная, предназначена для трансформации, передачи и распределения электрической энергии на напряжение 10 кВ потребителям.

Подстанция питается от трех ЛЭП 35кВ. Две постоянно действующие и третья - резервная. Диспетчерское обозначение «ЛЭП 35180 ПС Научная», «ЛЭП 35181 ПС Научная», резерв «ЛЭП 3517 ПС Межениновка».

ОРУ 35 кВ включает в себя следующее оборудование: линейные и шинные разъединители типа РЛНД-2-35/600, масляные выключатели ВМ-35 и С-35М-630-10. На ОРУ 35 установлены разрядники типа РВС-35 для защиты от коммутационных и атмосферных перенапряжений, для защиты от прямых попаданий молний. Так же установлены два силовых трансформатора ТМН-7500-35/10 мощностью 7500 кВа . ОРУ 35 кВ имеет две секции с ошиновкой, выполненной сталеалюминевыми проводами АС-70. На первую секцию шин заходит ЛЭП 35180 и 3517, на вторую ЛЭП 35181.

ЗРУ 10 кВ выполнено в отдельно стоящем кирпичном здании совместно с ОПУ. Основными потребителями на напряжении 10 кВ являются потребительские подстанции ТП 10/0,4, их питание осуществляется с помощью РУ 10 кВ.

В ЗРУ 10 кВ две секции шин. От первой секции шин питаются ВЛ-10 фидера: Б-3, Б-5, Б-7, Б-9, Б-17. От второй секции шин питаются ВЛ-10 фидера: Б-4, Б-6, Б-10, Б-12, Б-16, Б-20, Б-22 (приложение А).

					ФЮРА.13.03.02.012 ПЗ		
Изм/Лист	№ док.им.	Подп.	Дата	Описательная часть объекта	Лист	Лист	Листов
Разраб.	Лысенко Н.П.					16	90
Рцков.	Кулешова Е.О.						
Н. контр.	Кулешова Е.О.						
					ТПУ ИнЭО Гр. 3-5А2Г1		

Так же на каждой из секций установлены дугогасящие катушки, и трансформаторы собственных нужд типа ТМ-63-10/0,4.

В аварийной ситуации на силовых трансформаторах предусмотрена система сбора масла (маслованны), с отводящим каналом в резервуар для сбора масла, находящийся под землей.

Силовые и контрольные кабели по территории подстанции проходят в специальных бетонных лотках, закрытые так же бетонными крышками, ввод в здание осуществляется в асбестоцементных трубах. В помещении ЗРУ 10 кВ кабели проложены в лотках вровень с полом, закрытые металлическими крышками.

1.2 Климатические характеристики района

Богашевское сельское поселение расположено в юго-восточной части Томского района на сравнительно возвышенном и открытом месте. Географическое положение определяет его климат как континентальный, бореальный, переходный от умеренно влажного мягкого климата европейской части РФ к резко континентальному климату Восточной Сибири. Ландшафт поселения представляет холмистую лесисто-таежную местность. Большую часть поселения занимают леса. По природно-сельскохозяйственному районированию земельного фонда район входит в лесостепную зону Северо-Предалтайской лесостепной провинции.

Среднегодовая температура воздуха равна $-0,5$ °С. Отмечается большое изменение температуры воздуха от суток к суткам, и в течение суток. Минимальная температура воздуха отмечается в январе (абсолютный минимум минус 55 °С). Максимальная температура воздуха отмечается в июне — июле (абсолютный максимум плюс 36 °С). Устойчивые положительные температуры начинаются в среднем с апреля и заканчиваются в октябре. [17]

Согласно картам климатического районирования, территория строительства относится: [18]

- по давлению ветра к III району;
- по толщине стенки гололеда ко II району;
- по весу снегового покрова к IV району;
- средняя скорость ветра в зимний период 4 м/с.

1.3 Развитость транспортной инфраструктуры

ПС Богашево 35/10 кВ расположена в 3 км от железнодорожной станции "Богашево" и 3,5 км от автодороги «Богашевский тракт» в Томском районе Томской области. Автодорога «Богашевский тракт» имеет удовлетворительное состояние, пригодна для перевозки грузов и материалов круглогодично. Сложившаяся сеть автомобильных дорог с твердым покрытием обеспечивает нормальные проезды транспортируемого оборудования.

Обеспечение строительства ПС «Богашево» строительными материалами, конструкциями и деталями планируется из других регионов России. Поставка строительных конструкций, деталей, материалов и оборудования должна производиться в сроки. Доставка железобетонных конструкций производится с заводов г. Томска. Прочие строительные материалы подвозятся с местных карьеров (щебень, песок). Доставка строительных материалов осуществляется автомобильным транспортом общего назначения (с кузовами в виде бортовой платформы) и специализированным (самосвалы, фургоны, цементовозы и др.). Расстояние до песчаного карьера (6 км). Гравий и щебень доставляются из Каменного карьера в п.Мирный (20 км). Сборный бетон, железобетон доставляются с заводов г. Томск (30 км).

Перемещение отходов строительства производится на полигон утилизации строительных отходов на расстояние 40 км (полигон ТБО в р-не с. Сурово-Сухоречье, в 3х километрах от д.Гоголевка).

Почвенно-растительный слой складировается за территорией подстанции с последующим вывозом.

Доставку нетяжеловесного оборудования возможно осуществить без дополнительных мероприятий по сети существующих автодорог.

Транспортная схема доставки грузов разработана с учетом существующего состояния транспортной сети района.

В соответствии с принятой транспортной схемой строительные грузы (включая тяжеловесное оборудование), электрооборудование от заводов-поставщиков поступают по железной дороге (филиал ОАО "РЖД") до станции "Богашево", Томского района Томской области. Грузы перевозятся по автомобильной дороге на расстояние 3 км до ПС Богашево 35/10 кВ. Трансформаторы перевозятся по железной дороге (филиал ОАО "РЖД") до станции "Богашево", далее оборудование перевозится по автомобильной дороге на расстояние 3 км до ПС Богашево 35/10 кВ.

Материально-техническое обеспечение объекта и организация транспортирования, складирования и хранения материалов, конструкций и оборудования должно осуществляться в соответствии с указаниями. [8]

1.4 Принципы проектирования подстанций

При проектировании подстанции необходимо предусматривать удобный подвод дорог для снабжения оборудованием и материалами,

удобные заходы и выходы ЛЭП всех напряжений и кабельных сооружений в требуемых направленностях с учетом развития. Размещение зданий и установка электрооборудования обязаны обеспечивать возможность производства всего комплекса монтажных работ, ремонта оборудования при эксплуатации, при необходимости с применением тяжелой габаритной техники. В проектировании нужно использовать передовые технические решения и мероприятия, обеспечивающие возможность выполнения работ по современным технологиям.

Конструктивное исполнение подстанции и компоновка должны производиться на основании главной схемы электрических соединений.

Наиболее удобной компоновкой ОРУ на ПС является компоновка с расположением оборудования в одной плоскости, когда оборудование размещается на нулевой отметке, при таком исполнении обеспечивается безопасность и удобство при обслуживании.

Решение схемных и компоновочных вопросов подстанций следует преимущественно принимать по типовым схемам и проектам, где использовано минимальное количество электрооборудования и приняты блочные конструкции заводского изготовления.

При проектировании системы электроснабжения исходят из раздельной работы линий и раздельной работы трансформаторов, так как при этом снижаются токи короткого замыкания, упрощаются схемы первичной коммутации и релейная защита. Для восстановления питания потребителей следует применять схемы автоматики АПВ, АВР.

Система электроснабжения строится таким образом, чтобы все ее элементы находились под нагрузкой. «Холодный» резерв в трансформаторах и линиях не применяется. В этом режиме работы уменьшаются потери электрической энергии и повышается надежность, потому что долго находившиеся в простое резервное оборудование может при его включении

отказать в работе, вследствие каких-либо неисправностей (оказавшимися незамеченными).

5 Финансовый менеджмент, ресурсосбережение и ресурсоэффективность

Целью данного раздела является технико-экономическое обоснование проекта реконструкции ПС Богашево 35/10. Производится выбор более мощных трансформаторов, современных распределительных устройств и коммутационных аппаратов. Увеличение мощности необходимо для вновь подключаемых объектов и увеличения надежности.

5.1 Планирование работ и определение их временных оценок

Рассмотрим основные этапы разработки проекта, количество дней затраченных на проект. В работе задействованы 2 человека: научный руководитель проекта (доцент), который будет заниматься проверкой полученных результатов и инженер-проектировщик 10 разряда. Результаты представлены в таблице 1.

					ФЮРА.13.03.02.002 ПЗ			
Изм	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Финансовый менеджмент, ресурсосбережение и ресурсоэффективность	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Лысенко Н.П.					53	90
Консульт.		Кузьмина Н.Г.						
Н. контр.		Кцлешова Е.О.				ТПУ ИнЭО Гр. 3-5А2Г1		

Таблица 1 – Перечень работ и оценка времени их выполнения.

№ этапа	Наименование этапа	Кол-во исполнителей	Продолжительность, дней
1	Разработка технического задания и его выдача	Инженер Научный руководитель	1 1
2	Сбор и изучение литературы, нормативно-технической документации и других материалов	Инженер	4
3	Формулирование возможных направлений решения задач и их сравнительная оценка	Инженер Научный руководитель	6 1
4	Описание электрической схемы	Инженер Научный руководитель	4
5	Выбор трансформаторов	Инженер Научный руководитель	4 1
6	Расчет токов короткого замыкания	Инженер Научный руководитель	15 1
7	Выбор устройств, выбор режимов	Инженер Научный руководитель	14 1
8	Расчет релейной защиты	Инженер Научный руководитель	10 1
9	Оформление пояснительной записки	Инженер	10
Общая трудоёмкость		68 дней	6 дней

5.2 Смета затрат на проектирование.

При планировании бюджета должно обеспечиваться полное и достоверное отражение всех видов расходов, которые связаны с выполнением исследования. Смета затрат на разработку проекта определяется по формуле:

$$K_{пр} = K_{mat} + K_{ам} + K_{з/пл} + K_{с.о} + K_{пр} + K_{накл.}, \quad (5.1)$$

где K_{mat} - материальные затраты;

$K_{ам}$ - амортизация компьютерной техники;

$K_{з/пл}$ - затраты на заработную плату исполнителей;

$K_{с.о}$ - затраты на социальные нужды (отчисления);

$K_{пр}$ - прочие затраты;

$K_{накл.}$ - накладные расходы.

Материальными затратами в данном случае являются затраты на канцелярские принадлежности. Затраты планируются в размере 1000 рублей.

5.2.1 Амортизация компьютерной техники

В данную статью включены все затраты, связанные с использованием компьютерной техники, необходимой для проведения работ по конкретной теме.

Амортизация рассчитана по формуле:

$$K_{ам} = \frac{T_{исп.кт}}{T_{кал}} \cdot Ц_{кт} \cdot \frac{1}{T_{сл}}, \quad (5.2)$$

где $K_{ам}$ - величина амортизации, руб.;

$T_{исп.кт}$ - время использования компьютерной техники (70 дней);

$T_{кал}$ - календарное время (365 дней);

$Ц_{кт}$ – цена компьютерной техники (25 тыс. руб.);

$T_{сл}$ - срок службы компьютерной техники (5 лет).

Тогда

$$K_{ам} = \frac{70}{365} \cdot 25 \cdot \frac{1}{5} = 958 \text{ руб.}$$

5.2.2 Затраты на заработную плату

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 в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада.

Величина затрат на заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта рассчитывается по формуле:

$$\Phi ЗП = K_{з/пл} = ЗП_{инж} + ЗП_{пр}, \quad (5.3)$$

где $ZП_{инж}$ - величина заработной платы инженера-проектировщика;

$ZП_{пр}$ - величина заработной платы научного руководителя;

Заработная плата работника за месяц рассчитывается по формуле:

$$ZП_{мес} = ZПо \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (5.4)$$

где $ZПо$ - месячный оклад работника;

K_1 - коэффициент, учитывающий отпуск (1,1=101%);

K_2 - районный коэффициент (1,3=30%).

Месячный оклад для инженера-проектировщика – 17000 руб., для научного руководителя – 26300 руб. Действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала нашего случая 21 раб. дн

Заработная плата инженера-проектировщика за месяц:

$$ZП_{мес} = 17000 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 24310 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата инженера-проектировщика:

$$ZП_{дн} = \frac{24310}{21} = 1157 \text{ руб.}$$

Заработная плата инженера-проектировщика за весь период:

$$Z_{инж} = 1157 \cdot 70 = 81033 \text{ руб.}$$

Заработная плата научного руководителя за месяц:

$$ZП_{мес} = 26300 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 37609 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата руководителя:

$$ZП_{дн} = \frac{37609}{21} = 1790 \text{ руб.}$$

Заработная плата научного руководителя за весь период:

$$ZП_{пр} = 1790 \cdot 7 = 12536 \text{ руб.}$$

Величина затрат на заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта:

$$\Phi ZП = 81033 + 12536 = 93569 \text{ руб.}$$

5.2.3 Затраты на социальные нужды

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:

$$K_{c.o} = K_{з/пл} \cdot k_{внеб}, \quad (5.5)$$

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%.

Тогда величина отчислений во внебюджетные фонды составит:

$$K_{c.o} = 93569 \cdot 0,3 = 28070 \text{ руб.}$$

5.2.4 Прочие затраты

Прочие затраты на проект определяются по формуле:

$$K_{пр} = (K_{мат} + K_{ам} + K_{з/пл} + K_{c.o}) \cdot k_{н.р}, \quad (5.6)$$

где $K_{мат}$ – материальные затраты;

$K_{ам}$ – затраты на амортизацию;

$K_{з/пл}$ – заработная плата работников;

$K_{c.o}$ – отчисления во внебюджетные фонды;

$k_{н.р}$ – коэффициент, учитывающий неучтенные расходы. Величина коэффициента неучтенных расходов берется в размере 10%:

$$K_{пр} = (1000 + 958 + 93569 + 28070) \cdot 0,1 = 12359 \text{ руб.}$$

5.2.5 Накладные расходы

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

$$K_{\text{накл}} = K_{\text{з/пл}} \cdot k_{\text{нр}}, \text{ руб.} \quad (5.7)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов планируется в размере 200%:

$$K_{\text{накл}} = 93569 \cdot 2 = 187138 \text{ руб.}$$

Определение бюджет затрат на проектирование является суммой всех затрат. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчет бюджета затрат на проект

Элементы затрат	Стоимость, руб.
Материальные затраты	1000
Амортизация компьютерной техники	958
Заработная плата	93569
Затраты на социальные нужды	28070
Прочие затраты	12359
Накладные расходы	187138
Итого	323094

5.3 Смета затрат на спецоборудование

Смета затрат на оборудование и монтажные работы складываются из стоимости оборудования, затрат на его монтаж и пуско-наладочные работы.

Для начала расчетов этого раздела составлена спецификация на устанавливаемое оборудование, которая представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Спецификация на устанавливаемое оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Единица измерения	Количество, шт.	Марка
1	2	3	4	5
1	Трансформатор 35 кВ	компл.	2	ТДНС-16000/35/10
2	КРУ 35 кВ	компл.	1	К-130
3	КРУ 10 кВ	компл.	1	КРУ-АТ-ВНД

Затраты на монтаж и пуско-наладку составляют 20% от стоимости оборудования. Полученные данные представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Смета на приобретение и монтаж электрооборудования.

№ п/п	Наименование оборудования	Марка, тип	Количество шт.	Составляющие капиталовложений на единицу оборудования, руб.	
				К _{об}	К _{монт}
1.	Трансформатор 35 кВ	ТДНС-16000/35/10	2	28116448	5623289
2.	КРУ 35 кВ	К-130	1	34019777	6803955
3.	КРУ 10 кВ	КРУ-АТ-ВНД	1	25611006	5122201
Итого:				87747231	17549445

Суммарные капитальные вложения в проект реконструкции

ПС «Богашево» равны:

$$K = 323094 + 87747231 + 17549445 = 105619770 \text{ руб.}$$

5.4 Экономическое обоснование выбора трансформатора

Приведем экономическое обоснования выбора трансформатора с учетом издержек по потерям, капиталовложений на оборудование, и приведенных затрат. В таблицу 20 занесем основные данные двух трансформаторов.

Таблица 20 – Выбор трансформатора

№ варианта	Количество и технические данные трансформатора	Коэффициент загрузки β	Потери активной мощности ΔP	Цена трансформатора	Цена монтажа
1	ТДНС – 16000 кВ·А $S_H = 16000 \text{ кВ·А}$ $\Delta P_{xx} = 17 \text{ кВт}$ $\Delta P_{кз} = 80 \text{ кВт}$ $I_{xx}\% = 0,7 \%$ $U_{кз}\% = 10$	$\beta = 0,52$	26,22	14058224	2811645
	в 2 ^x ТДНС – 16000 кВ·А				
2	ТД – 16000 кВ·А $S_H = 16000 \text{ кВ·А}$ $\Delta P_{xx} = 21 \text{ кВт}$ $\Delta P_{кз} = 90 \text{ кВт}$ $I_{xx}\% = 0,8 \%$ $U_{кз}\% = 8$	$\beta = 0,52$	30,1 кВт	14800455	2960091
	в 2 ^x ТД – 16000 кВ·А				

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

$$\Delta P_T = \Delta P_{xx} + \Delta P_{кз} * \beta^2, \text{ кВт} \quad (5.9)$$

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:

$$C_{\text{э}} = \Delta P * C_{\text{уэ}} * T_{\text{г}} \quad (5.10)$$

где ΔP – среднегодовые потери активной мощности, кВт;

$C_{\text{уэ}} = 2,10$ 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 (5.10):

$$C_{\text{э}} = 52,44 * 2,10 * 8760 = 964686 \text{ руб.}$$

Стоимость годовых потерь электроэнергии для второго варианта по формуле (5.10):

$$C_{\text{э}} = 60,2 * 2,10 * 8760 = 1107439 \text{ руб.}$$

Рассчитаем издержки в сравниваемых вариантах:

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

$$\Delta I_{\text{пот}} = C_{\text{э}} = 964686 \text{ руб.}$$

Для второго варианта:

$$\Delta I_{\text{пот}} = C_{\text{э}} = 1107439 \text{ руб.}$$

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:

$$K = 28116448 + 5623289 = 33739737 \text{ руб.}$$

Для второго варианта:

$$K = 29600910 + 5920182 = 35521092 \text{ руб.}$$

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):

$$Z_{\text{пр}} = E_n * K + И \quad (5.11)$$

где E_n – приемлемая норма доходности – 0,15;

К – капиталовложения;

И – издержки.

Приведенные затраты для первого варианта:

$$Z_{\text{пр}} = 0.15 * 33739737 + 964686 = 6025647 \text{ руб.}$$

Приведенные затраты для второго варианта:

$$Z_{\text{пр}} = 0.15 * 35521092 + 1107439 = 6435603 \text{ руб.}$$

Таблица 21 – Сравнение вариантов

	1 вариант	2 вариант
Капиталовложения (К)	33739737	35521092
Издержки (Ипот)	964686	1107439
Затраты приведенные (Зпр)	6025647	6435603

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

Наименьшими приведенными затратами обладает первый вариант – трансформатор ТДНС – 16000