

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

---

Институт Электронного обучения  
Специальность 140205 Электроэнергетические системы и сети  
Кафедра Электрических сетей и электротехники

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема работы
<b>Проект реконструкции подстанции 110/35/10 Проскоковская «Кузбассэнерго-РЭС»</b> УДК 621.311.4-048.35.001.6(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9202	Чугунов Анатолий Петрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Юшков А.Ю.	к.т.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	Амелькович Ю.А.	к.т.н., доцент		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭСиЭ	Прохоров А.В.	к.т.н., доцент		

Томск – 2016 г.

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

Институт Электронного обучения  
Специальность 140205 Электроэнергетические системы и сети  
Кафедра Электрических сетей и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      (Дата)      Прохоров А.В.  
(Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-9202	Чугунову Анатолию Петровичу

Тема работы:

Проект реконструкции подстанции 110/35/10 Проскоковская «Кузбассэнерго-РЭС»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> <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>	<b>Схема подстанции 110/35/10 Проскоковская «Кузбассэнерго-РЭС».</b>
--	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> (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).</p>	<p><b>Реконструкция подстанции 110/35/10 Проскоковская «Кузбассэнерго-РЭС». Мероприятия по повышению уровня надёжности подстанции. Расчет затрат и выбор наиболее выгодного варианта. Социальная ответственность (производственная, пожарная и экологическая безопасность).</b></p>
<p><b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p><b>Схема подстанции 110/35/10 Проскоковская «Кузбассэнерго-РЭС»</b></p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)</p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p><b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b></p>	<p>Доцент, кандидат технических наук Коршунова Л.А.</p>
<p><b>Социальная ответственность</b></p>	<p>Доцент, кандидат технических наук Амелькович Ю.А.</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	
--	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Юшков А.Ю.	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9202	Чугунов Анатолий Петрович		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-9202	Чугунову Анатолию Петровичу

<b>Институт</b>	Электронного обучения	<b>Кафедра</b>	Электрических сетей и электротехники
<b>Уровень образования</b>	Специалитет	<b>Направление/специальность</b>	Электроэнергетические системы и сети

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материалов и оборудования, стоимость электроэнергии.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Нормы амортизации.</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Ставка отчислений в социальные фонды.</i>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	<i>Планирование работ по проектированию и определение трудоемкости</i>
2. <i>Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	<i>Расчет затрат на проектирование</i>
3. <i>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i>	<i>Расчёт капиталовложений на оборудование и строительно-монтажные работы.</i>
4. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	<i>Расчёт годовых эксплуатационных затрат.</i>
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	<i>Расчет приведенных затрат.</i>

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)**

1. <i>Этапы и график разработки и внедрения ИР</i>
--

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

--

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-9202	Чугунов Анатолий Петрович		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>		
3-9202	Чугунову Анатолию Петровичу		
<b>Институт</b>	Электронного обучения	<b>Кафедра</b>	Электрических сетей и электротехники
<b>Уровень образования</b>	Специалитет	<b>Направление/специальность</b>	Электроэнергетические системы и сети

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения);</li> <li>- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы);</li> <li>- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу);</li> <li>- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).</li> </ul>	<p>- Объект раздела: характеристика работ, операций, оборудования, условий выполнения рассматриваемого технологического процесса.</p> <p>- Обеспечение безопасности для выявленных опасных факторов: нормативные требования, которым удовлетворяет принятое к использованию оборудование и инструмент. Технические устройства обеспечения этих требований, ссылки на НТД.</p>
--	---

2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме.	- Анализ законодательных и нормативных актов по теме.
---	---

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>- действие фактора на организм человека;</li> <li>- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>- предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</li> </ul>	<p>- Перечень опасных и вредных факторов при выполнении работ, источником которых является выбранное оборудование и технологический процесс.</p> <p>- Обеспечение санитарно-гигиенических условий на рабочих местах и обеспечение требований нормативных документов к выявленным вредным факторам. Технические устройства обеспечения этих требований.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>- термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul>	- Обеспечение безопасности при аварийной ситуации. Средства защиты. Организационные, технические мероприятия.
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- защита селитебной зоны</li> <li>- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>- разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	- Анализ выбросов в атмосферу, сбросов сточных вод, твёрдых отходов от рассматриваемой технологии. Дать решения по обеспечению экологической безопасности окружающей среды, ссылки на НТД.

<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	<p>–Поведение объекта в ЧС и меры, необходимые для повышения устойчивости при ЧС.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	<p>–Нормативные документы.</p>
<p><b>Перечень графического материала:</b></p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	

<p><b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b></p>	
--	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Ю.А..	К.Т.Н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-9202	Чугунов Анатолий Петрович		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт – Электронного обучения  
 Специальность – Электроэнергетические системы и сети  
 Уровень образования – специалист  
 Кафедра электрических сетей и электротехники  
 Период выполнения – весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

Дипломный проект
------------------

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
06.03.2016	<i>Введение. Исходные данные для реконструкции подстанции «Западносибирская». Электротехнические решения</i>	15
20.03.2016	<i>Техническое задание на разработку проекта по реконструкции подстанции 110/35/10 Проскоковская «Кузбассэнерго-РЭС». Выбор и проверка основного оборудования.</i>	30
26.04.2016	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	15
08.05.2016	<i>Социальная ответственность</i>	15
10.05.2016	<i>Заключение. Список использованных источников</i>	10
30.05.2016	<i>Выполненный дипломный проект</i>	15

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Юшков А.Ю.	к.т.н., доцент		

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭСиЭ	Прохоров А.В.	к.т.н., доцент		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 133 страниц, рисунков 11, таблиц 39, чертежей 1.

**Ключевые слова:** подстанция, трансформатор, выключатель, короткое замыкание, разъединитель.

**Key words:** substation, transformer, switch, short circuit, disconnecter.

Разработка проекта подстанции «Проскоковская-110» Юргинского РЭС.

Объектом реконструкции является подстанция «Проскоковская-110» 110/35/10 кВ Юргинских районных электрических сетей, которая состоит из: ОРУ-110 кВ, двух силовых трансформаторов, ОРУ-35 кВ, КРУН-10 кВ.

**Цель работы:** Повышение надёжности электроснабжения юргинского района и внедрение элегазовых и вакуумных выключателей.

В результате проведённых расчётов был получен результат, который свидетельствует о целесообразности проведения реконструкции.

Достигнутые технико-эксплуатационные показатели: снижение расходов на обслуживание и ремонт выключателей, повышение мощности подстанции.

Выпускная квалификационная работа выполнена в графическом редакторе Microsoft Visio и текстовом редакторе Microsoft Word.

					ФЮРА. 140205.019 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	РЕФЕРАТ	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		А.П.Чугунов						8
<i>Руков</i>		А.Ю. Юшков						
						ТПУ ИнЭО ГР.3-9202		



Утверд.	А.В. Прохоров					
---------	---------------	--	--	--	--	--

## Оглавление

Введение	5
1 Общая часть	15
1.1 Характеристика объекта проектирования	15
1.2 Выбор схемы подстанции	11
1.2.1 Выбор схемы РУ-110 кВ из двух вариантов	13
1.2.2 Выбор схемы РУ-35 кВ	19
1.2.3 Выбор схемы РУ-10 кВ	20
2 Расчётная часть	21
2.1 Расчёт электрических нагрузок	21
2.2 Выбор числа и мощности силовых трансформаторов	24
2.3 Расчёт токов короткого замыкания	25
2.4 Выбор основного электрооборудования подстанции	33
2.5 Выбор высоковольтного выключателя на напряжение 110 кВ	34
2.5.1 Выбор выключателей 35 кВ	38
2.6 Выбор вводных и секционного выключателей 10 кВ	39
2.7 Выбор выключателя линии 10 кВ	41
2.8 Выбор и проверка разъединителей 110 кВ	42
2.9 Выбор и проверка разъединителей 35 кВ	43
2.10 Выбор и проверка трансформаторов тока	44
2.11 Выбор и проверка измерительных трансформаторов напряжения	50
2.12 Назначение релейной защиты и автоматики	53
2.12.1 Защита трансформатора	54
2.12.2 Дифференциальная защита	54

2.12.3 Максимальная токовая защита	60
2.12.4 Защита от перегрузки	61
2.12.5 Газовая защита	62
2.12.6 Максимальная токовая защита линий 35/10 кВ	63
2.12.7 Регулировка напряжения трансформаторов	66
2.13 Выбор и проверка ЛЭП 35/10 кВ	67
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и Ресурсосбережение	72
3.1 Планирование работ по проектированию и определение трудоемкости.	72
3.2 Расчёт расчет затрат на проектирование ПС 110/35/10 кВ	74
3.3 Расчёт капиталовложений	78
3.4 Расчет ежегодных эксплуатационных затрат	80
4 Социальная ответственность	86
4.1 Производственная безопасность	86
4.2 Экологическая безопасность	104
4.3. Чрезвычайные ситуации	105
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	116
4.5 Расчет защитного заземления подстанции 110/35/10 кВ	120
4.6 Расчет молниезащиты	127
Заключение	130
Список используемой литературы	131
Приложение 1 Схема подстанции «Проскоковская 110»	132

## ВВЕДЕНИЕ

Современная промышленность не может существовать без электрических машин и аппаратов, насосов, сварки, электрохимии и т.д. Применение электрической энергии значительно повышает производительность труда и является основой создания автоматизированных технологических процессов и производств.

Энергетика снабжает теплом и электроэнергией промышленные предприятия, нефтяную и газовую отрасль, транспорт, сельское хозяйство, а также коммунально—бытовые нужды городов и сельских поселков.

Электрификация оказывает определяющее влияние на развитие всех отраслей народного хозяйства, она является стержнем экономики государства. Отсюда объективно следует необходимость опережающих темпов развития энергетики и электрификации, непрерывного роста производства электроэнергии и тепла.

Электроэнергетика больше чем какая-то другая отрасль, определяет насколько высок уровень развития страны

					ФЮРА. 140205.019 ПЗ		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис ь</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>	А.П. Чугунов			ВВЕДЕНИЕ	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руков</i>	А.Ю. Юшков					11	133
<i>Н.Контроль</i>	А.Ю. Юшков				ТПУ ИнЭО ГР.3-9202		
<i>Утверд.</i>	А.В. Прохоров						

### 3.1 Планирование работ по проектированию и определение трудоемкости.

Для расчета основной заработной платы сотрудников составляем график выполнения работ таблица 27.

Для определения трудоемкости выполнения проекта сначала составим перечень основных этапов и видов работ, которые должны быть выполнены.

Для определения ожидаемого значения продолжительности работ  $t_{о.ж.}$  применим вариант, основанный на использовании трех оценок:  $t_{max}$ ,  $t_{min}$ ,  $t_{н.в.}$ .

$$t_{о.ж.} = \frac{t_{min} + 4 \cdot t_{н.в.} + t_{max}}{6}$$

где  $t_{min}$  – кратчайшая продолжительность данной работы (оптимистическая оценка);

$t_{н.в.}$  – наиболее возможная, по мнению экспертов продолжительность работы (реалистическая оценка);

$t_{max}$  – самая длительная продолжительность работы.

Таблица 26 – Описание графика выполнения работ

Сотрудник	Количество дней	Обозначение на графике
Руководитель	31	
Ведущий инженер	38	
Инженер	90	

					ФЮРА. 140205.019 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		А.П. Чугунов			Лит.	Лист	Листов
Руковод.		А.Ю. Юшков				72	
Реценз.					ТПУ ЭНИН ГР.3-9202		
Консульт		Л.А. Коршунова					

Таблица 27 – Этапы выполнения работ и график выполнения работ

№ эта-па	Наименование работы	Потребная численность, чел.	Продолжительность работы				График выполнения работ, дни												
			$t_{min}$	$t_{н.е}$	$t_{max}$	$t_{ож}$	1-4	5-7	8-13	14-16	17-20	21-25	26-28	29-33	34-36	37-40	41-68	69-82	83-90
0-1	Разработка задания	Руководитель	3	4	5	4	■												
1-2	Подбор кадров	Руководитель	2	3	4	3		■											
2-3	Сбор и изучение литературы	Руководитель Инженер	5	6	7	6			■										
3-4	Анализ полученной информации	Ведущий инженер Инженер	2	3	4	3													
4-5	Выбор варианта реконструкции	Ведущий инженер Инженер	3	4	5	4													
5-6	Выбор оборудования	Инженер	3	5	6	5													
6-7	Расчет токов КЗ и релейной защиты	Руководитель Инженер	2	3	4	3													
7-8	Анализ и проверка выбранного оборудования	Инженер	4	5	6	5													
8-9	Доработка	Руководитель Ведущий инженер Инженер	2	3	4	3													
9-10	Выводы и предложения по проделанной работе	Руководитель Инженер	3	4	6	4													
10-11	Оформление отчета по проделанной работе	Ведущий инженер	26	28	30	28													
11-12	Выполнение графической части	Инженер	13	14	16	14													
12-13	Проверка и сдача проекта	Руководитель	6	8	10	8													
Итого			74	90	107	90													

### 3.2 Расчет затрат на проектирование ПС 110/35/6 кВ

Затраты, образующие себестоимость продукции группируются в соответствии с их экономическим содержанием по следующим элементам:

1. материальные затраты;
2. оплата труда;
3. отчисления в социальные фонды;
4. амортизация основных фондов;
5. прочие затраты;
6. накладные расходы.

1. Материальные затраты включают в себя:

расходные материалы (бумага, картриджи для принтера, плоттера, ручки, изготовление слайдов), сведенные в приведенную ниже таблицу 28.

Таблица 28 – Материальные затраты

Материал	Единица измерения	Количество	Стоимость, руб.
Печатная бумага	Пачка	1	200
Диск CD-RW	Шт.	2	80
Канц. товары	Шт.	6	110
ИТОГО			$I_M=390$

2. Расчет заработной платы.

$$I_{з.пл.} = \frac{(З \cdot k_1 \cdot k_2)}{21} \cdot X \quad (3.1)$$

где:

З – оклад;

$k_1$  - коэффициент за отпуск (1,1);

$k_2$  - районный коэффициент (1,3);

21 - количество рабочих дней в месяце;

X - количество рабочих дней затраченных на проект (90 дней).

Зарплата.

Расчет для научного руководителя

$$I_{з.пл.} = \frac{(30000) \cdot 1.16 \cdot 1.3}{21} \cdot 31 = 63328 \text{ руб.}$$

Расчет для инженера

$$I_{з.пл.} = \frac{(3 \cdot k_1 \cdot k_2)}{21} \cdot X = \frac{(18000) \cdot 1.1 \cdot 1.3}{21} \cdot 47 = 51207 \text{ руб.}$$

Расчет для ведущего инженера

$$I_{з.пл.} = \frac{(3 \cdot k_1 \cdot k_2)}{21} \cdot X = \frac{(25000) \cdot 1.1 \cdot 1.3}{21} \cdot 90 = 98057 \text{ руб.}$$

Сводим расчеты в таблицу 29

Таблица 29 – Заработная плата исполнителей.

Исполнители	Группа	Оклад р.	Время занятости дней	Зп, руб.
Руководитель	3	30000	31	63328
Ведущий инженер	2	25000	38	51207
Инженер	2	18000	90	98057
Итого				212592

Фонд заработной платы  $I_{фзп} = \sum \text{ЗП}_{\text{исп.}}$ ,

$$I_{фзп} = 212592 \text{ р.}$$

3. Размер отчислений на социальные нужды составляет 30% от  $I_{фзп}$ .

Сумма начислений на социальные нужды составляет:

$$I_{сн} = 212592 \cdot 0,3 = 63778 \text{ руб.}$$

4. Амортизационные отчисления считаем по следующей формуле. Специальное оборудование учитывается в сметной стоимости в виде амортизационных отчислений по формуле:

$$I_{ам} = \frac{T_i}{T_{кал}} \cdot N_a \cdot \Phi_n \quad (3.2)$$

где  $\Phi_n$  - первоначальная стоимость оборудования;

$N_a$  - норма амортизации;

$T_i$  - количество дней использования оборудования;

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



$$H_a = \frac{1}{T_{\text{Службы}}} - \text{норма амортизации}$$

Таблица 30 – Амортизационные отчисления

Наименование	Количество	Ф <sub>п</sub> , р	H <sub>а</sub> , %	T <sub>идней</sub>	I <sub>амр</sub>
Компьютер	3 Шт.	30000	0,2	90	246
Принтер	1 Шт.	8000	0,2	10	22
Стол	4 Шт.	10000	0,1	90	725
Стул	4 Шт.	4000	0,1	90	290
Итого					1283

Амортизационные затраты составляют I<sub>ам</sub> =1283 рубля.

#### 5. Прочие расходы :

Прочие неучтенные прямые затраты включают в себя все расходы связанные с проектированием, отчисления внебюджетные фонды, платежи по страхованию, оплата услуг связи, представительские расходы, затраты на ремонт и прочее. Принимаем размер прочих затрат как 10% от суммы расходов на материальные затраты, услуги сторонних организаций, амортизации оборудования, затрат на оплату труда, отчисления на социальные нужды.

$$\begin{aligned} I_{пр} &= 0,1 \cdot (I_{з.пл} + I_{соц} + I_{мат} + I_{ам}) = \\ &= 0,1 \cdot (212592 + 63778 + 390 + 1283) = 27804 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (3.3)$$

#### 6. Накладные расходы принимаем 200% от ФЗП:

Накладные расходы составят 200% от ФЗП. Включают в себя затраты на хозяйственное обслуживание помещения, обеспечение нормальных условий труда, оплату за энергоносители и другие косвенные затраты.

$$I_{накл} = 2 \cdot I_{з.пл} = 2 \cdot 212592 = 425184 \text{ руб.} \quad (3.4)$$

Себестоимость проекта:

$$\begin{aligned} \sum I_{\text{проекта}} &= I_{з.пл} + I_{соц} + I_{мат} + I_{ам} + I_{пр} + I_{накл} = \\ &= 212592 + 63778 + 390 + 1283 + 27804 + 425184 = 731031 \text{ руб} \end{aligned} \quad (3.5)$$

Принимаем рентабельность 20%, прибыль:

$$П_б = \sum I_{\text{проекта}} \cdot 0,2 = 731031 \cdot 0,2 = 146206 \text{ руб} \quad (3.6)$$

Стоимость проекта:

$$Ц_n = П_б + \sum I_{\text{проекта}} = 731031 + 146206 = 877237 \text{ руб} \quad (3.7)$$

Смета затрат представлена в таблице 31

Таблица 31 – Смета затрат

Вид расходов	Обозначение	Сумма, р.
Материальные затраты	$I_M$	390
Заработная плата	$I_{зп}$	212592
Амортизация	$I_{ам}$	1283
Отчисления на социальные нужды	$I_{сн}$	63778
Прочие расходы	$I_{пр}$	27804
Накладные расходы	$I_{нр}$	425184
Себестоимость проекта	$I_{пр}$	731031
Прибыль	$П_б$	146206
Стоимость проекта	$Ц_п$	877237

### 3.3 Расчёт капиталовложений

Капитальные вложения К включают затраты на основные фонды и оборотные средства. Так как оборотные средства в системе электроснабжения невелики (1 - 2%), то ими можно пренебречь.

Основные фонды включают стоимость оборудования, затраты на установку, монтаж, наладку и пробный пуск оборудования и аппаратуры, затраты на транспортировку.

При расчетах принимаем средние значения начисления по видам дополнительных затрат в % к стоимости оборудования:

транспортировка 3 - 10 %

заготовительно-складские 1,2 – 1,5 %

установка и монтаж 5 - 20 %

пуск и регулировка 2 – 3 %

---

итого 11,2-34,5%

В данном расчете принимается 20 %.

Таблица 32 – Расчёт капиталовложений на оборудование для 2х вариантов

№ варианта	Наименование электрооборудования	Кол-во шт.	Цена 1 ед. тыс. руб.	Дополнительные затраты тыс. руб.	Итого по варианту
1	Распред. устр-во ОРУ-110 кВ	1	6700	1340	8040
	Распред. устр-во ОРУ-35 кВ	1	5800	1160	6960
	Трансформатор ТМ-250 кВА	2	420	84	1008
	Трансформатор ТДТН-16000\110	2	8900	1780	21360

Продолжение таблицы

1	Трансформатор ТМ-250 кВА	2	420	84	1008
	Трансформатор ТДТН-16000\110	2	8900	1780	21360
	Устройство КРУН-10 кВ	1	5100	1020	6120
	Щит управления	3	3300	660	11880
<b>Итого по варианту 1</b>					<b>77736</b>
2	Распред. устр-во ОРУ-110 кВ	1	6700	1340	8040
	Распред. устр-во ОРУ-35 кВ	1	5800	1160	6960
	Трансформатор ТМ-250 кВА	2	420	84	1008
	Трансформатор ТДТН-16000\110	2	8900	1780	21360
	Устройство КРУН-10 кВ	1	5100	1020	6120
	Щит управления	3	3300	660	11880
	Реактированная конденсаторная батарея	2	1150	230	2760
<b>Итого по варианту 2</b>					<b>58128</b>

Расчет капиталовложений для каждого варианта:

$$K = K_{\text{пр}} + K_{\text{об}} + K_{\text{монт}} \quad K_{\text{монт}} = 5\% K_{\text{об}} \quad (3.8)$$

Вариант 1.

$$K = 877\,237 + 77\,736\,000 + 3\,930\,661 = 82\,543\,898$$

Вариант 2.

$$K = 877\,237 + 58\,128\,000 + 2\,950\,261 = 61\,955\,498$$

### 3.4 Расчет ежегодных эксплуатационных затрат

Вторым важным, помимо капиталовложений, технико-экономическим показателем являются эксплуатационные затраты (издержки), необходимые для эксплуатации энергетического оборудования.

Эксплуатационные затраты, руб., определяются из следующей формулы:

$$I = I_{\text{ам}} + I_{\text{обсл}} + I_{\text{пот}} \quad (3.9)$$

где  $I_{\text{ам}}$  – ежегодные амортизационные отчисления, руб;

$I_{\text{обсл}}$  – годовые расходы на обслуживание и текущий ремонт электрооборудования, руб;

$I_{\text{пот}}$  – стоимость годовых потерь электроэнергии, руб.

Отчисления на амортизацию включают издержки на капитальный ремонт и на накопление средств, необходимых для замены (реновации) изношенного и морально устаревшего оборудования. Отчисления на амортизацию тем выше, чем меньше срок службы оборудования. Отчисления на обслуживание предназначены для поддержания оборудования в рабочем состоянии. Для предотвращения повреждений все элементы сети подвергаются периодическим осмотрам и профилактическим испытаниям. Эти мероприятия финансируются из отчислений на текущий ремонт.

Ежегодные амортизационные отчисления, тыс. руб.

$$I_{\text{ам}} = P_{\text{ам}} \cdot K \quad (3.10)$$

где  $P_{ам}$  – норма амортизационных отчислений, % (для силового электрооборудования  $P_{ам} = 6,4$  %)

Вариант 1.

$$I_{ам1} = 0,064 \cdot 78613237 = 5031247 \text{ руб./год}$$

Вариант 2.

$$I_{ам1} = 0,064 \cdot 59005237 = 3776335 \text{ руб./год}$$

Годовые расходы на обслуживание и текущий ремонт, руб.

$$I_{обсл} = P_{обсл} \cdot K \quad (3.11)$$

где  $P_{обсл}$  – норма затрат на обслуживание, % (для силового электрооборудования  $P_{обсл} = 2$  %).

Вариант 1.

$$I_{обсл.1} = 0,02 \cdot 78613237 = 1572264 \text{ руб./год}$$

Вариант 2.

$$I_{обсл.2} = 0,02 \cdot 59005237 = 1108104 \text{ руб./год}$$

Стоимость годовых потерь активной электроэнергии, руб.

$$I_{пот} = \Delta P_T \cdot T_T \cdot \tau \quad (3.12)$$

Вариант 1.

$$74,5 \cdot 8760 \cdot 1,08 = 704829 \text{ руб./кВт*ч}$$

Вариант 2.

$$58,9 \cdot 8760 \cdot 1,08 = 557241 \text{ руб./кВт*ч}$$

где  $\Delta P$  – среднегодовые потери активной мощности, кВт;

$T_T$  – годовое время включения электроустановки

$T_T = 8760$  ч/год.

$\tau$  - 1,08 – стоимость кВт\*ч

Эксплуатационные затраты, руб., определяются из следующей формулы:

$$I = I_{ам} + I_{обсл} + I_{пот} \quad (3.13)$$

Вариант 1.

$$5031247 + 1572264 + 704829 = 7308340$$

Вариант 2.

$$3776335 + 1108104 + 557241 = 5441680$$

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

$$\Delta P_T = \Delta P_{XX} + \Delta P_{K3} \cdot \beta^2, \text{ кВт} \quad (3.14)$$

Вариант 1.

$$26 + 105 \cdot 0,68^2 = 74,5 \text{ кВт}$$

Вариант 2.

$$26 + 105 \cdot 0,56^2 = 58,9 \text{ кВт}$$

где  $\Delta P_{XX}$   $\Delta P_{K3}$  – номинальные активные потери в стали и обмотках трансформатора, кВт;

$\beta$  – коэффициент загрузки трансформатора.

$$\Delta Q_T = \Delta Q_{XX} + \beta^2 \cdot S_H \cdot U_K \% \cdot 1/100, \text{ квар} \quad (3.15)$$

$\Delta Q_{XX} = S_H \cdot I_{XX} \% \cdot 1/100$  – постоянная составляющая потерь реактивной мощности, квар.

$\Delta Q_{K3} = S_H \cdot U_K \% \cdot 1/100$  – реактивная мощность, потребляемая трансформатором при полной нагрузке, квар.

$I_{XX} \%$  - ток холостого хода, %.

$U_K \%$  - напряжение короткого замыкания, %.

Расчет потерь, технические данные автотрансформаторов сведем в таблицу 3.8

Таблица 3.3

№ варианта	Технические данные трансформаторов	Коэффициент загрузки $\beta$	Потери активной мощности $\Delta P$ , кВт	Потери реактивной мощности $\Delta Q$ , кВар
1	ТДТН-16000 кВА $S_H = 16000$ кВА $\Delta P_{xx} = 26$ кВт $\Delta P_{кз} = 105$ кВт $I_{xx} \% = 1,05$ % $U_{кз} \% = 17,3$ $S_{расч} = 14600$	0,68	74,5	1335,9
	В 2 <sup>х</sup> ТДТН-16000 кВА			
2	ТДТН-16000 кВА $S_H = 16000$ кВА $\Delta P_{xx} = 26$ кВт $\Delta P_{кз} = 105$ кВт $I_{xx} \% = 1,05$ % $U_{кз} \% = 17,3$ $S_{расч} = 13200$	0,56	58,9	732,9
	В 2 <sup>х</sup> ТДТН-16000 кВА			

Потери в трансформаторах сравниваемых вариантов значительные и кроме того различны, этим обусловлено заметное их влияние на экономичность сравниваемых вариантов, следовательно их надо учитывать путем расчета приведенных активных потерь мощности  $\Delta P^*$ .



Необходимо учесть дополнительные затраты на компенсацию собственного потребления реактивной мощности составляемых вариантов.

$$\Delta P' = \Delta P_{уп} + K_{эк} * \Delta Q \quad (3.16)$$

где  $\Delta P_{уп}$  - удельные приведенные потери на 1 квар мощности компенсирующего устройства;

$K_{эк}$  - экономический эквивалент реактивной мощности компенсирующего устройства, кВт /квар;

$P$  - значение суммарного коэффициента отчисления  $P = 0,225$  для статических КБ;

$j$  - стоимость одного кВт\*ч электроэнергии;

$K_{ук}$  - удельные капитальные затраты на установку компенсирующего устройства на 1 квар его мощности.  $K_{ук} = 1397$  руб./квар

$\Delta P_{ук} = 0,003$  кВт/квар - удельные потери активной мощности на кВт/квар.

$$K_{эк} = \Delta P_{уп} = P * K_{ук} / j + \Delta P_{ук} \quad (3.17)$$

$$K_{эк} = 0,225 * 1397 / 1,08 * 8760 + 0,003 = 0,036 \text{ кВт/квар}$$

Вычислим приведенные активные потери,

$$\text{где } \Delta Q = \Delta Q_T + \Delta Q_H$$

$Q_H$  - некомпенсированная конденсаторной установкой реактивная мощность.

$$Q_H = 2800 \text{ квар}$$

$$\Delta P'_1 = 149 + 0,036 * (2671 + 1800) = 309 \text{ кВт}$$

$$\Delta P'_2 = 117,8 + 0,036 * 1465 = 170 \text{ кВт}$$

Результаты расчётов приведённых затрат сводим в таблицу 34.

Таблица 34

№	$Z = P_n * K + I$	$P_n$	К	$I = I_a + I_{po} + I_э$			
				$I_a$	$I_{po}$	$I_{пот}$	$I$
1	19689925	0,15	82543898	5031247	1572264	704829	7308340
2	14735005	0.15	61955498	3776335	1108104	557241	5441680

Приведенные затраты за 3 года, руб.

$$Z = p_n * K + I \quad (3.18)$$

$$Z_1 = 0,15 \cdot 82543898 + 7308340 = 19689925 \text{ руб.}$$

$$Z_2 = 0,15 \cdot 61955498 + 5441680 = 14735005 \text{ руб.}$$

**Вывод:** по результатам расчетов 2ой вариант установки конденсаторных батарей имеет меньше приведенные затраты, при одинаковых параметрах, является наиболее выгодным и экономически целесообразным.