

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

---

Институт Электронного обучения (ИнЭО)  
Специальность 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Кафедра Электроэнергетических систем

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Реконструкция релейной защиты подстанции «Промводозабор» 35/6 кВ г. Алмалык

УДК \_621.316.925.1-048.35:621.311.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A2A1	Сахибов Олтинбек Ходжаназарович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Тихонов Дмитрий Владимирович	к.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Фигурко Аркадий Альбертович	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Дашковский Анатолий Григорьевич	к.т.н., доцент		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. Кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов Алмаз Омурзакович	к.т.н., доцент		

## Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы; готовность применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование современных технических средств и информационных технологий в профессиональной области для решения коммуникативных задач.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля; осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования; уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства коллективом исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами; уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание социальных, правовых, культурных и экологических аспектов профессиональной деятельности, знание вопросов охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на электроэнергетических и электротехнических производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты профессиональной деятельности.
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>	
P7	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности с целью моделирования элементов, систем и объектов электроэнергетики и электротехники.
P8	Способность применять стандартные методы расчета и средства автоматизации проектирования; принимать участие в выборе и проектировании элементов, систем и объектов электроэнергетики и электротехники в соответствии с техническими заданиями.
P9	Способность применять современные методы разработки энергосберегающих и экологически чистых технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов на электроэнергетическом и электротехническом производствах.
P10	Готовностью обеспечивать соблюдение производственной и трудовой дисциплины на электроэнергетическом и электротехническом производствах; осваивать новые технологические процессы производства продукции; обеспечивать соблюдение заданных параметров технологического процесса и качества продукции.
P11	Способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений; выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда; определять и обеспечивать эффективные режимы технологического процесса.
P12	Способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов; планировать экспериментальные исследования; применять методы стандартных испытаний электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники.

Код результата	Результат обучения
P13	Способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности на основе систематического изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, патентных исследований по соответствующему профилю подготовки.
P14	Способностью к монтажу, регулировке, испытаниям, сдаче в эксплуатацию, наладке и опытной проверке электроэнергетического и электротехнического оборудования.
P15	Готовность осваивать новое электроэнергетическое и электротехническое оборудование; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта.
P16	Способность разрабатывать рабочую проектную и научно-техническую документацию, выполнять проектно-конструкторские работы в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами; использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов, организовывать метрологическое обеспечение; подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества; составлять оперативную документацию, предусмотренную правилами технической эксплуатации оборудования и организации работы.
<i>Специальные профессиональные компетенции Профиль «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»</i>	
P7	Способностью моделировать режимы работы релейной защиты и противоаварийной автоматики энергосистем с использованием профессиональных программ; проводить экспериментальные исследования функционирования элементной базы системной автоматики.
P8	Способностью определить параметры срабатывания релейной защиты энергообъекта; оценивать защитную способность проектируемой релейной защиты.
P9	Способностью оценивать влияние аварийных ситуаций в энергосистемах на безопасность жизнедеятельности людей; последствия от прекращения электроснабжения на функционирование предприятий и возможного ущерба.
P10	Способностью обеспечить соблюдение заданных параметров при производстве устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики; проводить работы по сертификации устройств автоматики энергосистем.
P11	Способностью планировать работу персонала и фондов оплаты труда при разработке релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетических систем.
P12	Способностью использовать современную аппаратуру для измерения режимных параметров. Готовностью к участию в исследовательских работах по автоматизации энергообъектов; к участию во внедрении результатов выполненных исследований по автоматизации энергообъектов; использовать современную аппаратуру для измерения режимных параметров.
P13	Готовностью к участию в исследовательских работах и внедрению результатов выполненных исследований по автоматизации энергообъектов.
P14	Готовностью к участию в работе по монтажу и наладке устройств автоматики; способностью к участию в монтаже устройств релейной защиты и автоматики энергообъектов. Способностью к участию в натурных испытаниях и сдаче в эксплуатацию смонтированного оборудования релейной защиты и автоматики.
P15	Способностью к обслуживанию устройств релейной защиты и автоматики; способностью к оценке состояния и условий эксплуатации релейной защиты и автоматики энергообъекта. Готовностью к участию в работах по модернизации устройств релейной защиты и автоматики энергообъекта.
P16	Способностью к проведению анализа результатов работы и составлению отчетной документации.

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

Институт Электронного обучения (ИнЭО)  
 Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
 Кафедра Электроэнергетических систем

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой ЭЭС

\_\_\_\_\_  
 (Подпись) (Дата) А.О. Сулайманов  
 (Ф.И.О.)

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

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A2A1	Сахибову Олтинбеку Ходжаназаровичу

Тема работы:

Реконструкция релейной защиты подстанции «Промводозабор» 35/6 кВ г. Алмалык	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ № 574/с от 02.02.17 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2017г.
--	--------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>По данным АО «Алмалыкский ГМК».                  Подстанция 35/6 кВ «Промводозабор» питающая Промводоснабжение.                  Техническая документация ПС «Промводозабор», актуальные и перспективные нагрузки потребителей.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Содержание текстового документа (перечень подлежащих разработке вопросов).</li> <li>Историческая справка и описание главной схемы подстанции подстанции «Промводозабор» 35/6 кВ г. Алмалык.</li> <li>Роль подстанции «Промводозабор» 35/6 кВ в сетевом районег. Алмалык.</li> <li>Обоснование реконструкции подстанции «Промводозабор» 35/6 кВ.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- расчет и анализ режимов работы существующей схемы подстанции.</li> <li>- выбор варианта реконструкции подстанции с учётом перспективных нагрузок 2021 года</li> </ul> </li> </ol>

	<p>(рассмотреть два варианта близкой надежности)*. Расчет и анализ режимов работы подстанции с перспективной схемой (выбранного варианта) с использованием перспективных нагрузок 2021 г. (рассчитать нормальные и послеаварийные режимы работы подстанции (отключение одной ЛЭП и/или одного трансформатора 35/6 кВ).</p> <p>5. Выбор коммутационной аппаратуры.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выключателей</li> <li>– разъединителей</li> </ul> <p>6. Выбор основных устройств релейной защиты трансформатора 35/6кВ.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– расчет дифференциальной защиты трансформатора 35/6 кВ.</li> <li>– расчет максимальной токовой защиты трансформатора 35/6 кВ.</li> </ul>
--	---

<p><b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Однолинейные схемы подстанции «Промводозабор» 35/6 кВ (исходной и вариантов реконструкции). Схемы рассматриваемых защит трансформатора. Фрагмент схемы сетевого района.</p>
---	--

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Фигурко Аркадий Альбертович
Социальная ответственность	Дашковский Анатолий Григорьевич

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

<b>На русском языке:</b>	вся работа выполнена на русском
--------------------------	---------------------------------

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Тихонов Дмитрий Владимирович	к.т.н		02.02.2017г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A2A1	Сахибов Олтинбек Ходжаназарович		03.02.2017г.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-5A2A1	Сахибову Олтинбеку Ходжаназаровичу

<b>Институт</b>	<b>ИнЭО</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭЭС</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	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>	<i>стоимость материалов и оборудования; - квалификация исполнителей; - трудоёмкость работы.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>- нормы амортизации; - размер минимальной оплаты труда.</i>

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

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

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

1. *График проведения НИ*

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент кафедры менеджмента	Фигурко А. А.	к.э.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-5A2A1	Сахибов Олтинбек Ходжаназарович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-5А2А1	Сахибову Олтинбеку Ходжаназаровичу

<b>Институт</b>	<b>ИнЭО</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭЭС</b>
<b>Уровень образования</b>	бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	Электроэнергетика и электротехника

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

<p><i>1 Введение</i></p> <p>– <i>Объект раздела, характеристика работ, операций, оборудования, условий выполнения рассматриваемого техпроцесса</i></p>	<p><i>Подстанция является энергетически важным объектом. На ней установлено высоковольтное оборудование.</i></p>
--	--

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

<p><i>2 Анализ опасных и вредных производственных факторов.</i></p>	<p><i>Наиболее опасные факторы: опасность поражения электрическим током, взрывоопасность, пожароопасность, получение механической травмы.</i></p>
<p><i>3 Техника безопасности</i></p> <p><i>Обеспечение безопасности для выявленных опасных факторов:</i></p> <p>– <i>технический регламент «Пожара безопасность»</i></p> <p>– <i>ФЗ «Спец оценка»</i></p>	<p><i>Наиболее вредные факторы: электромагнитные поля, отклонение от нормативных параметров микроклимата, шумы и вибрации, отклонение освещенности.</i></p> <p><i>Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ (согласно ПТБ)</i></p> <p><i>Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения</i></p>
<p><i>4 Производственная санитария</i></p> <p><i>Обеспечение санитарно-гигиенических условий на рабочих местах и обеспечение требований нормативных документов к выявленным вредным факторам. Технические устройства обеспечения этих требований, ссылки на НТД</i></p>	<p><i>Микроклимат и оптимальные условия микроклимата, освещение, электромагнитные поля, шум</i></p>
<p><i>5 Пожарная безопасность</i></p>	<p><i>Причины возникновения пожара на подстанции</i></p>
<p><i>6 Экологическая безопасность:</i></p> <p>– <i>анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</i></p>	<p><i>Утилизация твердых бытовых отходов.</i></p>
<p><i>7 Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</i></p>	<p><i>Пожар на подстанции.</i></p>
<p><i>8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i></p> <p>– <i>специальные правовые нормы трудового законодательства;</i></p> <p>– <i>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</i></p>	<p><i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i></p> <p>– <i>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны;</i></p> <p>– <i>социальное страхование работников.</i></p>

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
доцент	Дашковский А. Г.	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-5А2А1	Сахибов Олтинбек Ходжаназарович		

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

---

Институт Электронного обучения (ИнЭО)  
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Кафедра Электроэнергетических систем  
Уровень образования бакалавр  
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:	01.06.2017 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
21.03.2017 г.	Обзор литературы	5
24.03.2017 г.	Объект и методы исследования	4
28.03.2017 г.	Обоснование реконструкции подстанции	7
23.03.2017 г.	Выбор коммутационной аппаратуры	8
31.03.2017 г.	Расчет токов короткого замыкания	9
18.04.2017 г.	Выбор основных устройств релейной защиты трансформатора 35/6 кВ	8
26.04.2017 г.	Однолинейные схемы подстанции «Промводозабор» 35/6 кВ	6
01.05.2017 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	5
06.05.2017 г.	Социальная ответственность	5
26.05.2017 г.	Оформление работы	5

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Тихонов Д. В.	к.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов А. О.	к.т.н., доцент		



## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 112 страниц, 22 рисунков, 30 таблицу и 18 литературных источников, 4 приложение.

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

Объектом исследования является: подстанция «Промводозабор» 35/6 кВ АО «Алмалыкский ГМК».

Целью данной работы является реконструкции подстанции с учётом перспективных нагрузок 2021 года.

В процессе работы была рассчитаны токи короткого замыкания, выбраны и рассчитаны основные защиты силового трансформатора, а также проведен выбор основного силового оборудования.

В результате реконструкции подстанции будут улучшены экономических показатели и повысится надёжности электроснабжения потребителей.

Были рассмотрены вопросы (финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, социальная ответственность )

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2007 и графическом редакторе Microsoft Visio 2003 и представлена на компакт – диске DVD (в конверте на обороте обложки).

## Список принятых сокращений

ВЛЭП – воздушная линия электропередачи

ПС – подстанция

КЗ – короткое замыкание

АВР – автоматическое включение резерва

АПВ – автоматическое повторное включение

ОРУ – открытое распределительное устройство

ЗРУ – закрытое распределительное устройство

РУ – распределительное устройство

МТЗ – максимальная токовая защита

КРУ – комплектное распределительное устройство

БПЗ – блок панель защита

УКП – устройства комплектного питания

ТТ – трансформатор тока

ТН – трансформатор напряжения

ДУ – дугогасительное устройство

БНТ – быстро насыщающийся трансформатор

НТТ – насыщающийся трансформатор тока

МДС – магнитодвижущая сила

## Оглавление

Введение.....	14
1 Характеристика подстанции 35/6 «Промводозабор» .....	16
1.1 Характеристика потребителей подстанции «Промводозабор».....	17
1.2 Основные электрические решения по реконструкции объектов АО «Алмалыкский ГМК» .....	19
1.2.1 Основные недостатки существующей системы электроснабжения ....	19
1.2.2 Решения по реконструкции электроснабжения объектов АО «Алмалыкский ГМК».....	19
2 Обоснование реконструкции подстанции .....	23
2.1 Расчет и анализ режимов работы осуществляющей схемы подстанции .....	24
2.2 Расчет и анализ режимов работы рассматриваемых вариантов схемы с использованием перспективных нагрузок 2021 года.....	28
2.2.1 Расчет нормальный режим для максимума нагрузок.....	30
2.2.2 Расчет нормальный режим для минимума нагрузок .....	32
2.3 Расчет послеаварийные режим работы подстанции .....	34
2.4 Выбор вариантов реконструкции подстанции.....	35
2.4.1 Выбор схемы ОРУ 35 кВ .....	37
2.4.2 Выбор схемы РУ 6 кВ .....	38
3 Выбор коммутационный аппаратуры .....	40
3.1 Выбор высоковольтного выключателя 35 кВ .....	40
3.2 Выбор выключателя 6 кВ.....	44
3.3 Выбор и проверка разъединителей 35 кВ .....	47
3.4 Выбор ограничителя перенапряжения 35 кВ.....	48
3.5 Выбор высоковольтного предохранителя 6 кВ .....	50
3.6 Выбор ограничителя перенапряжения на стороне 6 кВ .....	51
4 Расчет токов короткого замыкания .....	52
5 Выбор основных устройств релейной защиты трансформатора 35/6 кВ.....	55
5.1 Выбор и проверка трансформаторов тока.....	55

5.2	Выбор и проверка трансформаторов напряжения.....	59
5.3	Назначение релейная защита и автоматики.....	63
5.4	Дифференциальной защита .....	65
5.4.1	Расчет дифференциальной токовой защиты трансформатора, выполненной на реле серии ДЗТ-11 .....	65
5.5	Максимальная токовая защита с пуском напряжения для трансформатора. .....	71
5.6	Расчет МТЗ от перегрузки .....	74
6	Однолинейные схемы подстанции «Промводозабор» 35/6 кВ .....	76
7	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	77
7.1	Оценка научного уровня. ....	77
7.2	Затраты на разработку проекта .....	78
7.2.1	Расчет материальных затрат. ....	78
7.2.2	Заработная плата исполнителей работ.....	79
7.2.3	Отчисления во внебюджетные фонды. ....	83
7.2.4	Амортизационные отчисления.....	83
7.2.5	Прочие неучтенные расходы.....	84
7.2.6	Накладные расходы.....	85
7.2.7	Формирование бюджета затрат на проект.....	85
7.3	Экономическое обоснование выбора трансформатора. ....	86
7.4	Смета затрат на оборудование. ....	89
8	Производственная и экологическая безопасность.....	91
8.1	Анализ опасных и вредных производственных факторов .....	91
8.2	Техника безопасности .....	92
8.3	Производственная санитария .....	95
8.3.1	Освещение.....	96
8.3.2	Электромагнитные поля .....	97
8.3.3	Шум.....	99
8.4	Пожарная безопасность.....	100
8.4.1	Причины возникновения пожара.....	100

8.4.2 Меры по предотвращению пожара.....	100
8.5 Охрана окружающей среды. ....	102
8.5.1 Источники и виды воздействия на окружающую среду. ....	102
8.6 Чрезвычайные ситуации .....	103
8.6.1 Устойчивость работы объектов в чрезвычайных ситуациях.....	103
8.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	105
Заключение .....	107
Список использованных источников .....	108
Приложение А .....	110
DVD –R диск.....	в конверте на обратной стороне обложки

## **Введение**

Электроэнергетика это ведущая область энергетики, которой обеспечивающая электрификацию народного хозяйства страны. В экономически развитых на всех странах технические средства электроэнергетики объединяются в централизованно управляемые и автоматизированные электроэнергетические системы.

Энергетика является основой развития производственной силы в любом государстве. Энергетика обеспечивает надежную, бесперебойную работу промышленности, транспорта, коммунальных хозяйств и сельского хозяйства. Стабильное развитие экономики невозможно без постоянно развивающейся энергетики.

Электроэнергетика наряду с другими отраслями народного хозяйства рассматривается как часть единой народно-хозяйственной экономической системы. В настоящее время без электрической энергии наша жизнь неосмысленно. Электроэнергетика вторглась во все сферы деятельности человека: сельское хозяйство и промышленность, науку и космос. Без электроэнергии невозможно действие современные средством связи и развитие кибернетики, космической и вычислительной техники. Так же велико ценится значение электроэнергии в транспортном комплексе, сельском хозяйстве и в быту. Представить без электроэнергии жизнь человека невозможно. Столь широкое распространение объясняется ее специфическими свойствами:

- возможность превращаться практически во все другие виды энергии (механическую, тепловую, световую, звуковую и другие) с наименьшими потерями;
- способность относительно просто передаваться на значительные расстояния в больших количествах;
- огромным скоростям протекания электромагнитных процессов;
- невозможностью и соответственно, ненужностью ее складирования или накопления;

- способности к дроблению энергии и образованию ее параметров (частоты, изменение напряжения).

Системой электроснабжения (СЭС) является совокупность устройств для производства, передачи и распределения электроэнергии.

Основным потребителем электроэнергии относится промышленность, хотя ее удельный вес в общем полезном потреблении электроэнергии значительно снижается. Электрическая энергия в промышленности применяется для приведения в действие различных механизмов и непосредственно в технологических процессах. В настоящее время коэффициент электрификации силового привода в промышленности составляет 80%. При этом около 1/3 электроэнергии расходуется непосредственно для технологически нужды. Отрасли, зачастую не использующие электроэнергию напрямую для своих технологических процессов являются крупнейшими потребителями электроэнергии.

Подстанции 35/6 кВ «Промводозабор» были построена и введена в эксплуатацию году. Оборудования подстанции морально и физически устарело.

В выпускной квалификационной работе рассматривается реконструкция подстанции 35/6 кВ «Промводозабор» для повышения надёжности электроснабжения АО «Алмалыкский ГМК».

## 7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является технико-экономическое обоснование проекта реконструкции подстанции «Промводозабор» 35/6 кВ. Выбираем более мощные трансформаторы, современные распределительные устройства и коммутационные аппараты. Увеличения мощности необходимо для вновь подключаемых объектов, и увеличение надежности.

### 7.1 Оценка научного уровня

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

$$K_{ny} = \sum_{i=1}^n (K_{dyi} \cdot d_i) \quad (7.1)$$

где  $K_{ny}$  - коэффициент научного или научно-технического уровня;

$K_{dyi}$  - 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:

- новизна полученных или предлагаемых результатов;
- перспективность использования результатов;
- завершенность полученных результатов;
- масштаб возможной реализации полученных результатов.

Рассчитаем и сведем результаты научного уровня в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 – Оценка научного уровня разработки

Показатели	Значимость показателя	Достигнутый уровень	Значение $i$ -го фактора
	$d_i$	$K_{dyi}$	$K_{dyi} \cdot d_i$
1. Новизна полученных или	0,2	0,1	0,02



предполагаемых результатов			
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	$K_{ny} = \sum_{i=1}^n (K_{dyi} \cdot d_i) = 0,33$		

## 7.2 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.

### 7.2.1 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 7.2.

Таблица 7.2 – Материальные затраты

№	Наименование изделия	Единицы измерения	Количество	Цена единицы изделия, руб.	Общая стоимость изделия, руб.
1	Бумага печатная	пачка	1	187	187
2	Ручки и карандаши	штук	8	22	176
3	Тетради	штук	3	15	45
4	Скобы для степлера	штук	3	12,9	38,7
5	Картридж	штук	1	1000	1000
6	USB-Флешка	штук	1	1000	1000
7	Итого				2446,7 руб.

### 7.2.2 Заработная плата исполнителей работ

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.

Рассмотрим основные этапы разработки проекта, количество дней затраченных на проект. Примем двух работников для проекта это будет руководитель проекта который будет заниматься проверкой полученных результатов и инженер проектировщик. Результаты запишем в таблицу 7.3.

Таблица 7.3 – Состав и структура основных этапов проекта.

№ этапа	Наименование этапа	Инженер дней	Руководитель дней
1	Разработка технического задания	2	1
2	Сбор и изучение литературы, нормативно-технической документации и других материалов	5	1
3	Формулирование возможных направлений	6	1

	решения задач и их сравнительная оценка		
4	Описание электрической схемы	5	1
5	Выбор трансформаторов	4	1
6	Расчет токов короткого замыкания	15	1
7	Выбор устройств, выбор режимов	13	2
8	Расчет релейной защиты	10	1
9	Оформление пояснительной записки	10	1
Общая трудоёмкость		70 дней	10 дней

Чтобы наглядно видеть сколько, какой этап занимает времени построим график.

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. На рисунке 7.1 отображена диаграмма Ганта.

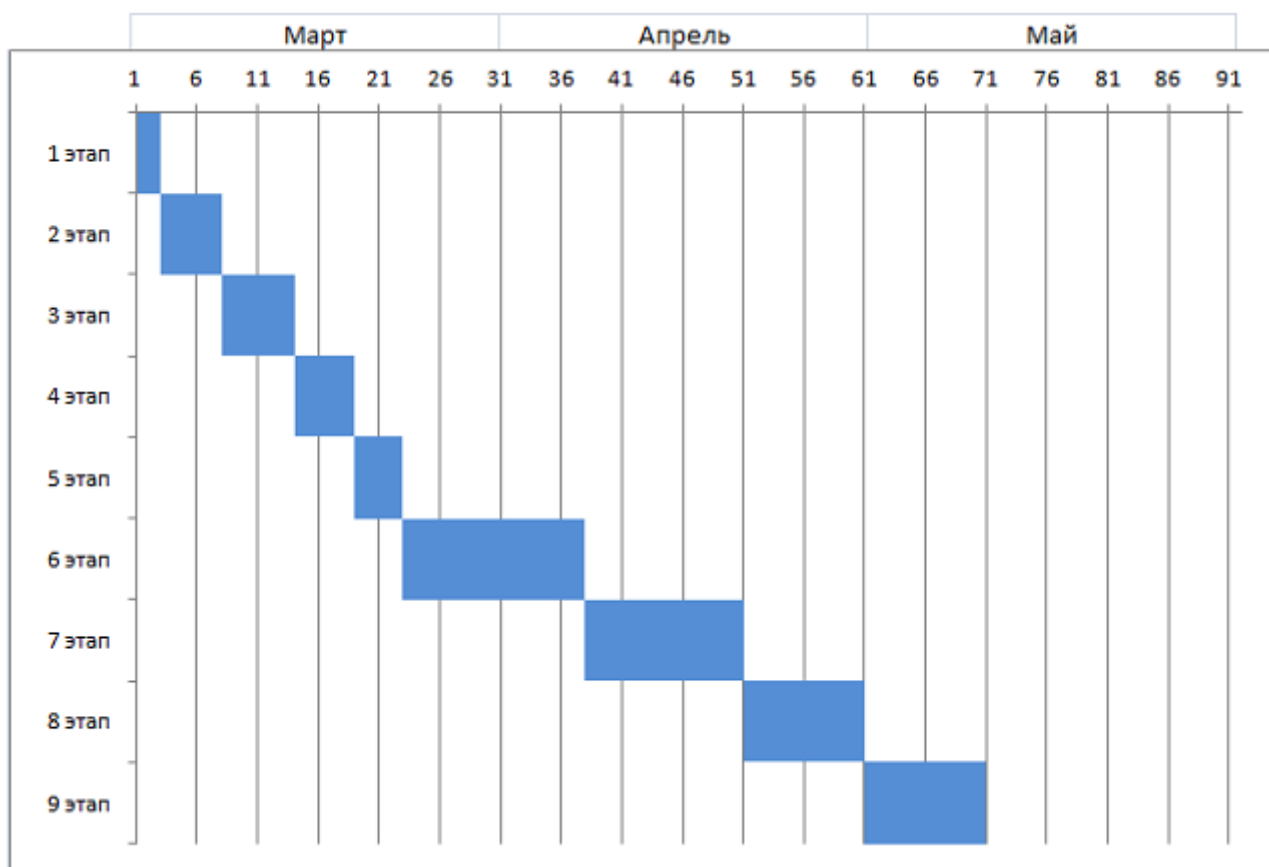


Рисунок 7.1 – Календарный график и график занятости исполнителей проведения научного исследования

- Затраченные дни

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

$$Z_{зп} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (7.2)$$

где  $Z_{зп}$  - основная заработная плата одного работника;

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

$Z_{дн}$  - среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m}{F_d} \quad (7.3)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн, для нашего случая 21 раб.дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{ТС} \cdot k_{доп} \cdot k_p \quad (7.4)$$

где  $Z_{ТС}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 1,08- проектировщик, 1,16-руководитель).

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для города Алмалыка).

Тарифная заработная плата  $Z_{ТС}$  находится из произведения тарифной ставки работника согласно: для проектировщика – 18000 руб., для руководителя – 25000 руб.

Месячный должностной оклад проектировщика:

$$Z_M = 18000 \cdot 1,08 \cdot 1,3 = 25272 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата проектировщика:

$$Z_{дн} = \frac{25272}{21} = 1203 \text{ руб.}$$

Заработная плата проектировщика:

$$Z_{зп} = 1203 \cdot 70 = 84210 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад руководителя:

$$Z_M = 25000 \cdot 1,16 \cdot 1,3 = 37700 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата руководителя:

$$Z_{дн} = \frac{37700}{21} = 1795 \text{ руб.}$$

Заработная плата руководителя:

$$Z_{зп} = 1795 \cdot 10 = 17950 \text{ руб.}$$

В таблицу 7.4 сведем результаты расчетов заработной платы.

Таблица 7.4 – Расчет заработной платы

Исполнители	$Z_{ТС}$ , руб.	$k_{доп}$	$k_p$	$Z_M$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб.дн.	$Z_{зп}$ , руб.
Руководитель	25000	1,16	1,3	37700	1795	10	17950
Проектировщик	18000	1,08	1,3	25272	1203	70	84210

Заработная плата всех работников, непосредственно занятых выполнением проекта, включая премии, доплаты и дополнительную заработную плату находится согласно формуле:

$$Z_{зп} = 1795 + 84210 = 102160 \text{ руб.}$$

### **7.2.3 Отчисления во внебюджетные фонды**

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot Z_{зп} \tag{7.5}$$

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%. Отчисления представлены в таблице.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется по формуле (7.5):

$$Z_{внеб} = 102160 \cdot 0,3 = 30648 \text{ руб.}$$

### **7.2.4 Амортизационные отчисления**

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

Амортизация рассчитана по формуле

$$H_a = \frac{1}{T_a} \frac{T_{\text{раб}}}{365} I \quad (7.6)$$

где  $H_a$  - величина амортизации, руб;

$T_a$  - время амортизации, год, в нашем случае 4 года;

$T_{\text{раб}}$  - продолжительность всех работ, 70 дней;

$I$  – итоговая сумма в тыс.руб., в таблице 7.5.

Таблица 7.5 – Затраты на специальное оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Ноутбук SAMSUNG	2	20000	40000
2	Microsoft Office Professioanl 2013	1	16700	16700
3	Microsoft Visio Professioanl 2013	1	11900	11900
4	RastrWin 3.0	1	300000	300000
5	Принтер Canon	1	7800	7800
6	Мебель ( стол, стул, шкаф)	2	14700	29400
Итого:				405800 руб.
Амортизация:				19456 руб.

$$\text{Тогда } H_a = \frac{1}{4} \cdot \frac{70}{365} \cdot 405800 = 19456 \text{ руб.}$$

### 7.2.5 Прочие неучтенные расходы

Неучтенные расходы представляют собой некий резерв, который может быть израсходован ввиду каких-либо обстоятельств, определяется по формуле:

$$Z_{\text{пр}} = (Z_{\text{МЗ}} + Z_A + Z_{\text{ЗП}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot k_{\text{пр}} \quad (7.7)$$

где  $Z_{\text{МЗ}}$  – материальные затраты;

$Z_A$  – затраты на амортизацию;

$Z_{ЗП}$  – заработная плата работников;

$Z_{внеб}$  – отчисления во внебюджетные фонды;

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

$$Z_{нр} = (2246,7 + 19456 + 102160 + 30648) \cdot 0,1 = 15471 \text{ руб.}$$

### 7.2.6 Накладные расходы

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

$$Z_{накл} = Z_{ЗП} \cdot k_{нр} \quad (7.8)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 300%:

$$Z_{накл} = 102160 \cdot 3 = 306480 \text{ руб.}$$

### 7.2.7 Формирование бюджета затрат на проект

Определение бюджет затрат на проектирование является суммой всех затрат, которые представлены в таблице 7.6.

Таблица 7.6 – Расчет бюджета затрат на проект

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты	2446,7
Заработная плата	102160
Отчисления во внебюджетные фонды	30648



Амортизация отчисления	19456
Неучтенные расходы	15471
Накладные расходы	306480
Себестоимость (сумма)	476661,7
Прибыль	157298,3
Цена договорная	633960,061

При расчете прибыли учитывается, коэффициент научного уровня наведенного ранее. Тогда прибыль составит:

$$П = С \cdot K_{\text{ну}} = 476661,7 \cdot 0,33 = 157298,3 \text{ рублей}$$

### 7.3 Экономическое обоснование выбора трансформатора

Приведем экономическое обоснования выбора трансформатора с учетом издержек по потерям, капиталовложений на оборудование, и приведенных затрат. В таблицу 7.7 занесем основные данные двух трансформаторов.

Таблица 7.7 – Выбор трансформатора

№ варианта	Количество и технические данные трансформатора	Коэффициент загрузки $\beta$	Потери активной мощности $\Delta P$	Цена трансформатора руб.	Цена монтажа руб.
1	ТМ– 6300 кВ·А $S_H = 6300 \text{ кВ·А}$ $P_{xx} = 7,6 \text{ кВт}$ $P_{k3} = 46,5 \text{ кВт}$ $I_{xx}\% = 0,8 \%$ $U_{k3}\% = 7,5$	$\beta = 0,38$	14,31 кВт	4058224	405822
	в 2 <sup>х</sup> ТМ – 6300 кВ·А		28,62 кВт	8116448	811644
2	ТМН – 6300 кВ·А $S_H = 6300 \text{ кВ·А}$ $P_{xx} = 8 \text{ кВт}$ $P_{k3} = 46,5 \text{ кВт}$ $I_{xx}\% = 0,8 \%$ $U_{k3}\% = 7,5$	$\beta = 0,38$	14,71 кВт	4800455	480045
	в 2 <sup>х</sup> ТМН – 6300 кВ·А		29,42 кВт	9600910	960091

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

$$\Delta P_T = \Delta P_{xx} + \Delta P_{кз} \cdot \beta^2, \text{ кВт} \quad (7.9)$$

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

$\beta$  – 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  $\Delta P$ .

Стоимость годовых потерь активной электроэнергии:

$$C_{\text{э}} = \Delta P \cdot C_{\text{вэ}} \cdot T_T \quad (7.10)$$

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

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

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

Стоимость годовых потерь электроэнергии для первого варианта по формуле (7.10):

$$C_{\text{э}} = 28,62 \cdot 2,10 \cdot 8760 = 526493 \text{ руб.}$$

Стоимость годовых потерь электроэнергии для второго варианта по формуле (7.10):

$$C_{\text{э}} = 29,42 \cdot 2,10 \cdot 8760 = 541210 \text{ руб.}$$

Рассчитаем издержки в сравниваемых вариантах:

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

$$\Delta I_{\text{пот}} = C_{\text{э}} = 526493 \text{ руб.}$$

для второго варианта:

$$\Delta I_{\text{пот}} = C_{\text{э}} = 541210 \text{ руб.}$$

Рассчитаем капиталовложения в сравниваемых вариантах по формуле:

$$K = K_{\text{оборуд}} + K_{\text{монтаж}} \quad (7.11)$$

где  $K_{оборуд}$  – стоимость оборудования;

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

Для первого варианта:

$$K = 8116448 + 811644 = 8928092 \text{ руб.}$$

Для второго варианта:

$$K = 9600910 + 960091 = 10561001 \text{ руб.}$$

Обоснование выбора варианта производится по показателям сравнительной экономической эффективности, в основе которых лежат капитальные вложения (К) и издержки производства (И). Определяем срок окупаемости проекта ( $T_{ок}$ ):

$$T_{ок} = \frac{K}{C_3} \quad (7.12)$$

Срок окупаемости для первого варианта:

$$T_{ок} = \frac{8928092}{526493} = 16,9 \text{ год}$$

Срок окупаемости для второго варианта:

$$T_{ок} = \frac{10561001}{541210} = 19,5 \text{ год}$$

Таблица 7.8 – Сравнение вариантов

	1 вариант	2 вариант
Капиталовложения (К)	30928092	32561001
Издержки ( $I_{пот}$ )	526493	541210
Срок окупаемости ( $T_{ок}$ )	16,9	19,5

Сравнивая два варианта, экономически целесообразным является вариант с минимальным сроком окупаемости  $T_{ок}$

Наименьшим сроком окупаемости обладает первый вариант – трансформатор ТМ – 6300.

## 7.4 Смета затрат на оборудование

Капиталовложения в проект реконструкции подстанции складываются из стоимости проектирования, стоимости оборудования и затрат на его монтаж и пуско-наладку определяются по формуле:

$$K = K_{\text{проект}} + K_{\text{обор}} + K_{\text{монтаж}} \quad (7.13)$$

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

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

$K_{\text{монтаж}}$  – затраты на монтаж и пуско-наладку (примем 10% от стоимости оборудования)

Для начала расчетов этого раздела составим спецификации на устанавливаемое оборудование и запишем в таблицу 7.9.

Таблица 7.9 – Спецификация на устанавливаемое оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Единица измерения	Количество, шт.	Марка
1	2	3	4	5
1	Трансформатор 35 кВ	компл.	2	ТМ-1600/35/6,3
2	ОРУ 35 кВ	компл.	2	ВГБЭП-35
3	РУ 6 кВ	компл.	19	ВБЭ-10

Таблица 7.10 – Смета на приобретение и монтаж электрооборудования.

№ п/п	Наименование оборудования	Марка, тип	Количество шт.	Составляющие капиталовложений на единицу оборудования, руб.	
				$K_{\text{об}}$	$K_{\text{монт}}$
1	Трансформатор 35 кВ	ТМ-6300/35/6,3	2	8116448	811644
2	ОРУ 35 кВ	ВГБЭП-35	2	5604450	560445
3	РУ 6 кВ	ВБЭ-10	19	22715246	2271524
Итого:				36436144	3643613

Суммарные капитальные вложения в проект реконструкции ПС «Промводозабор» равны:

$$K = 633960,061 + 36436144 + 3643613 = 40713717,061 \text{ руб.}$$

