

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

---

Институт Энергетический институт  
 Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
 Кафедра Электроэнергетических систем

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Проектирование электрической части КЭС мощностью 530 МВт

УДК 621.311.2.016.001.63

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Б	Жали Рустем Кайратулы		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Корнев В.А.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Потехина Н. В.	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

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

Томск – 2017 г.

## Запланированные результаты обучения по программе

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 «Электрические станции»</i>	
P7	Способностью моделировать режимы работы электроэнергетических станций и подстанций с использованием профессиональных программ; проводить экспериментальные исследования функционирования элементной базы системной автоматики.
P8	Способностью определить параметры электрической станции; оценивать надёжность работы проектируемой станции.
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 рассчитанных параметров при строительстве станции, отладке релейной защиты и противоаварийной автоматики; проводить работы по сертификации устройств автоматики энергосистем.
P11	Способностью планировать работу персонала и фондов оплаты труда при разработке электрической станции и включении её в электроэнергетическую систему.
P12	Способностью 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 на электростанции. Способностью к участию в натурных испытаниях и сдаче в эксплуатацию смонтированного оборудования электростанции.
P15	Способностью к обслуживанию устройств автоматики на электростанциях; способностью к оценке состояния и условий эксплуатации оборудования энергообъекта.
P16	Способностью к проведению анализа результатов работы и составлению отчетной документации.

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

---

Институт Энергетический институт  
Направление подготовки (специальность) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Кафедра Электроэнергетические системы

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой ЭЭС  
\_\_\_\_\_ Сулайманов А. О.

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

В форме:

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

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

Студенту:

Группа	ФИО
5А3Б	Жали Рустем Кайратулы

Тема работы:

Проектирование электрической части КЭС мощностью 530 МВт	
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>	Объектом проектирования является конденсационная электрическая станция. Исходными данными являются мощность турбогенераторов, величина и количество нагрузок на РУ СН и РУ ВН, данные по энергосистеме и линиям связи с ней.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <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>	В данной ВКР будет спроектирована конденсационная электрическая станция (КЭС) с мощностью 530 МВт. Дополнительными разделами будет проведен расчет разделов финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение и социальная ответственность.
<b>Перечень графического материала</b>	Принципиальная схема первичных соединений КЭС;

<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Социальная ответственность	Амелькович Юлия Александровна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Потехина Нина Васильевна

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

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент	Корнев Василий Александрович			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
5А3Б	Жали Рустем Кайратулы		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
5А3Б	Жали Рустему Кайратулы

<b>Институт</b>	<b>Энергетический</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭЭС</b>
<b>Уровень образования</b>	<b>Бакалавриат</b>	<b>Направление/специальность</b>	<b>Электроэнергетика и электротехника</b>

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску  Оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30 % премии 20 % надбавки 16% накладные расходы 30% районный коэффициент
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	27,1% отчисления на социальные нужды
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценка перспективности проекта по технологии QuaD.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки НИ : -определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на НИ: - материальные затраты; -заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; -амортизация; - накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности
<b>Перечень графического материала:</b>	
1. Оценка качества проекта по технологии QuaD 2. Календарный план проведения НИ 3. Бюджет проекта на проведение 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>
Ст. преподаватель	Потехина Н.В.			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Б	Жали Рустем Кайратулы		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
5А3Б	Жали Рустему Кайратулы

<b>Институт</b>	<b>ЭНИН</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭЭС</b>
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Электроэнергетика

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

<p>1. <i>Описание объекта исследования (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</i></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>Объектом исследования является электрическая часть станции, оно же рабочее место, которое представляет собой помещение станции, внутри которой находится электрооборудование под высоким напряжением. Вредные и опасные факторы производственной среды: Движущиеся машины и механизмы монтажного и ремонтного оборудования; шанс поражения персонала электрическим током; пониженный или повышенный уровень освещенности; повышенный уровень шума и вибрации от работающих приводных электродвигателей, систем вентиляции и охлаждения, воздействия движущихся частей изделия и частей изделия, нагревающихся до высоких температур. Аварийные и чрезвычайные ситуации</p>
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>Правила устройства электроустановок; ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», который устанавливает общие требования безопасности к конструкции электротехнических изделий; ГОСТ Р 12.1.019-2009 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»; СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»; СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»; ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» и НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной безопасности»</p>

**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>В данной части необходимо проанализировать следующие вредные факторы: электрические, магнитное поля и освещённость производственных помещений.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности - термические опасности (источники, средства защиты);</p>	<p>В данной части необходимо проанализировать следующие опасные факторы: термические опасности; опасность поражения электрическим</p>



- опасность поражения электрическим током (статическое электричество, молниезащита, средства защиты); - пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) - движущиеся машины и механизмы монтажного и ремонтного оборудования;	током; пожаровзрывоопасность.
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);	Электрическая станция оказывает влияние на окружающую среду следующими факторами: электромагнитные поля, акустический шум, озон, окислы азота, электро-поражение птиц, сажащихся на провода, изоляторы и конструкции опор, а также возможность растекания трансформаторного масла
3. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;	Наиболее вероятной ЧС, которая может возникнуть на станции - это пожар, возникший в результате короткого замыкания или неисправности электрооборудования. Пожары на подстанциях могут возникать на трансформаторах, масляных выключателях и в кабельном хозяйстве.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Необходимо рассмотреть мероприятия при компоновке рабочей зоны
<b>Перечень графического материала:</b>	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

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

**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
5А3Б	Жали Рустем Кайратулы		

## Реферат

Объектом исследования ВКР является конденсационная электрическая станция мощностью 530 МВт.

Целью данной ВКР является проектирование электрической части тепловой станции.

В процессе выполнения данной ВКР были выполнены следующие работы:

- Проведен структурный и функциональный анализ схемы станции;
- Выбраны силовое оборудование, коммутационные аппараты, токоведущие части, измерительные трансформаторы тока и напряжения, электродвигатели;

При выполнении использовались следующие программные комплексы: GTCURR, MS Visio.

## Определения, обозначения и сокращения

КЭС – конденсационная электрическая станция;

РУ – распределительное устройство;

с.н. – собственные нужды;

КЗ – короткое замыкание;

АТ – автотрансформатор;

G – турбогенератор;

QO – обходной выключатель;

QA – шиносоединительный выключатель;

QS – разъединитель;

A0 – обходная система сборных шин;

A1, A2 – рабочая система сборных шин;

Турбогенератор – агрегат, преобразующий механическую энергию вращения турбины в электрическую на тепловой электростанции.

Измерительный трансформатор тока – трансформатор, предназначенный для преобразования первичных токов в удобные для измерения величины.

Измерительный трансформатор напряжения – трансформатор, предназначенный для понижения высокого напряжения, необходимого для питания оперативных цепей, цепей измерения, цепей РЗА.

Электрооборудование – специальное устройство, предназначенное для генерации, транспортировки, преобразования, трансформации, распределения и электроэнергии, а также для преобразования электрической энергии в другой вид энергии.

Короткое замыкание – электрическое соединение двух точек электрической цепи, с различными значениями потенциала.

## Введение

В настоящее время доля выработки конденсационных электростанций составляет около 65-70% от всей вырабатываемой электроэнергии в России. В основном, современные КЭС оборудованы энергоблоками от 200 до 800 МВт. Использование крупногабаритных агрегатов обеспечивает приемлемые себестоимость электроэнергии и стоимость установленного киловатта мощности станции, а также активное увеличение мощностей электростанций. Из-за того, что основным расходным материалом на КЭС является вода, - конденсационная электростанция сооружается в городах вблизи от источника водоснабжения. Водоснабжение и влияние выбросов станции в окружающую среду – основополагающие максимальной мощности конденсационной электростанции. Наиболее крупные КЭС с энергоблоками 500 и 800 МВт имеют мощность 4 - 6,4 млн. кВт. Вырабатываемая на КЭС электроэнергия, передается к потребителям через сети электропередачи (воздушные, кабельные и т.д.). Для КЭС коэффициент полезного действия равен приблизительно 30%.

В ходе данной работы необходимо спроектировать конденсационную электростанцию. Конденсационная электростанция – это тепловая электростанция, производящая только электрическую энергию, название этот тип электростанции получил благодаря принципу работы. Конденсационная электростанция – это сложный энергетический комплекс, который состоит из зданий, сооружений, энергетического и другого оборудования, арматуры, трубопроводов, контрольно-измерительных приборов и автоматики. Целью данной работы является проектирование конденсационной электростанции по заданным параметрам. Одной из самых важных задач является подборка оборудования, которое будет способно обеспечить бесперебойное электроснабжение потребителей качественной электрической энергией. В ходе проектирования КЭС выбрав рациональную электрическую схему, также будут подобраны генераторы и трансформаторы, рассчитаны балансы мощностей.

Коммутационные аппараты и измерительные трансформаторы будут выбраны исходя из расчета токов короткого замыкания.

Вывод об экономической эффективности данного проекта будет сделан на основании экономического расчета. Далее рассмотрим влияние конденсационной электростанции на окружающую среду, а также возможную опасность электростанции для обслуживающего персонала.

## Обзор литературы

Для написания данной выпускной квалификационной работы использовались справочные материалы, научная и учебная литература, а также учебные пособия.

«Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования»: учеб. пособие/ Неклипаев Б.Н., Крючков И.П. – 5-е издание, стер. – СПб. Из данного справочника были взяты все основные параметры и характеристики электрооборудования и схем распределительных устройств. По данному справочнику выбирались турбогенераторы, силовые (авто)трансформаторы, коммутационная аппаратура, токоведущие части электрооборудования и т.д.

«Электрооборудование станций и подстанций» четвертое издание, Рожкова Л.Д., Козулин В.С. С помощью данного справочника были рассчитаны токи при продолжительных режимах, и режимах короткого замыкания, описана система охлаждения турбогенераторов и трансформаторов, а также работу РУ.

«Режимы работы и эксплуатации электрооборудования электрических станций» Коломиец Н.В., Пономарчук Н.Р., Елгина Г.А. С помощью данного пособия произведен анализ самозапуска электродвигателей собственных нужд.

## Оглавление

Введение .....	9
Исходные данные .....	11
1. Выбор турбогенераторов .....	13
1.1. Условия выбора и характеристики турбогенераторов .....	13
1.1.2. Системы охлаждения .....	14
1.1.3. Структурная схема и описание системы возбуждения.....	15
1.2. Баланс мощностей .....	18
1.2.1. Баланс активных мощностей .....	18
1.2.2. Баланс реактивных мощностей .....	18
1.2.3. Баланс полных мощностей .....	19
1.3. Описание структурной схемы электростанции .....	22
1.4. Расчет продолжительных режимов .....	23
1.4.1. Состав продолжительных режимов .....	23
1.4.2. Аналитический расчет продолжительных режимов .....	24
1.4.3. Программный расчет продолжительных режимов .....	25
1.5. Выбор силовых (авто)трансформаторов .....	28
1.5.1. Выбор блочных двухобмоточных трансформаторов.....	28
1.5.2. Выбор автотрансформаторов связи .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6. Полное описание варианта и выбранного расчетного присоединения.....	35
1.7. Определение расчетных условий для выбора аппаратуры и токоведущих частей выбранного присоединения.....	38
1.7.1. Определение расчетных условий для выбора аппаратуры и токоведущих частей по продолжительным режимам работы .....	38
1.7.2. Расчетные условия по режимам коротких замыканий .....	39
1.8. Выбор коммутационных аппаратов в цепях расчетного присоединения.	50
1.9. Выбор токоведущих частей цепей расчетного присоединения .....	56
1.10. Описание формы оперативного управления электрической частью объекта. Проектирование измерительной подсистемы .....	59
1.10.1. Описание формы оперативного управления электрической частью объекта .....	59
1.10.2. Проектирование измерительной подсистемы .....	59
1.11. Выбор схем электрических соединений распределительных устройств	71

1.12. Проектирование системы электроснабжения собственных нужд.....	74
1.13. Анализ схемы управления выключателем .....	77
2. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	79
2.1. Оценка качества проекта .....	80
2.2. План работ .....	81
2.3. Расчет затрат на проектирование .....	85
2.3.1. Расчет материальных затрат .....	86
2.3.2. Расчет стоимости программного обеспечения и оборудования .....	86
2.3.3. Расчет амортизации .....	86
2.3.4. Основная заработная плата исполнителей работ .....	87
2.3.5. Отчисление во внебюджетные фонды.....	88
2.3.6. Накладные расходы .....	89
2.3.7. Бюджет проекта .....	89
2.4. Ресурсоэффективность .....	90
3. Социальная ответственность .....	92
3.1. Производственная безопасность .....	92
3.2. Анализ вредных производственных факторов .....	92
3.2.1 Производственный шум.....	92
3.2.2. Электромагнитное поле .....	96
3.2.3. Несоответствие нормам условий микроклимата .....	99
3.2.4. Производственное освещение .....	102
3.3. Анализ опасных производственных факторов .....	103
3.3.1. Поражение электрическим током .....	103
3.3.2. Механические повреждения .....	107
3.4. Экологическая безопасность .....	108
3.4.1. Защита атмосферы.....	108
3.4.2. Защита гидросферы .....	109
3.4.3. Защита литосферы .....	110
3.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	112
3.6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	115
3.6.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства .....	115
3.6.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	118
Заключение.....	119



Список литературы.....	120
Приложение А.....	122

## ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

**Цель экономического раздела** - провести детальный анализ проекта по критериям конкурентоспособности и ресурсоэффективности. Оценить перспективность проекта по технологии QuaD, определить трудоемкость и график работ, а также рассчитать интегральный показатель ресурсоэффективности.

### 1. Оценка качества проекта

Оценка качества проекта – один из главных критериев проверки перспективности проекта. В данном разделе будут оценены главные показатели по технологии QuaD. Основным свойством технологии QuaD является то, что она определяет ценность объектов. Показатели качества представлены в Таблице.

Таблица – Показатели оценки качества проекта по технологии QUAD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1. Энергоэффективность	0,08	70	100	0,7	0,056
2. Помехоустойчивость	0,04	60	100	0,6	0,024
3. Надежность	0,09	70	100	0,7	0,063
4. Унифицированность	0,05	80	100	0,8	0,04
5. Уровень материалоемкости проекта	0,06	60	100	0,6	0,036
6. Уровень шума	0,04	70	100	0,7	0,028
7. Безопасность	0,1	80	100	0,8	0,08
8. Потребность в ресурсах памяти	0,01	15	100	0,15	0,0015
9. Функциональная мощность (возможности)	0,09	99	100	0,99	0,0891
10. Простота эксплуатации	0,085	60	100	0,6	0,051
11. Ремонтопригодность	0,085	70	100	0,7	0,0595
12. Конкурентоспособность	0,04	40	100	0,4	0,016
13. Уровень проникновения на рынок	0,07	50	100	0,5	0,035
14. Цена	0,06	75	100	0,75	0,045
15. Срок ввода в эксплуатацию	0,065	60	100	0,6	0,039

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot \bar{B}_i = 0,7103 \cdot 1 \cdot 100 = 71,03$$

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$\bar{B}_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Значение  $P_{cp}$  позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя  $P_{cp}$  получилось от 80 до 100, то данный проект имеет статус перспективного. Если от 60 до 79 – то перспективность проекта считается выше среднего. Если от 40 до 59 – то перспективность средняя. Если от 20 до 39 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая. В данном случае показатель перспективности равен 71,03. Из расчетных данных можно сделать вывод о том, что данный проект является перспективным.

## 2. План работ

На данном этапе составляется план этапов работ, в который включаются все работы необходимые для выполнения данного проекта. Проектная команда состоит из двух человек: руководитель (Р) и проектировщик (П). Данные по этапам работ сведем в Таблицу.

Таблица – Этапы работ

№	Описание работы	Исполнитель
1	Составление плана расчета КЭС	Р, П
2	Изучение конструкторской литературы	П
3	Изучение справочных данных	Р, П
4	Предварительные вспомогательные расчеты	П
5	Моделирование продолжительных режимов работы (передача эл.Мощности)	П
6	Расчет электрической части КЭС	П

7	Оптимальный выбор оборудования	П
8	Выбор необходимых защит блока	Р, П
9	Расчет защит	П
10	Подготовка отчетов и записок по проекту	П
11	Общая проверка расчетов и других данных, согласование с различными факторами	Р, П
12	Сдача проекта	Р, П

Для точного определения трудовых зарплат необходимо провести расчет трудоемкости каждого участника проекта.

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{мин}i} + 2t_{\text{макс}i}}{5},$$

где  $t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы людей.-дней.;

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i},$$

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

$t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, людей.-дней.

$\text{Ч}_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, человек.

Пример расчета трудоемкости и продолжительности работы 6:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = \frac{3 \cdot 15 + 2 \cdot 35}{5} = 22;$$

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{\text{Ч}_i} = \frac{22}{1} = 22.$$

Данные о продолжительности работ будут сведены в Таблицу

Таблица – Данные по продолжительности работ

№ п/п	Перечень работ	Трудоемкость, чел.-дней.	Количество исполнителей	Длительность в календарных днях	Длительность в рабочих днях
1	Составление плана расчета КЭС	2,4	2	2	1
2	Изучение конструкторской литературы	2,4	1	3	2
3	Изучение справочных данных	1,4	2	1	1
4	Предварительные вспомогательные расчеты	1,4	1	2	1
5	Моделирование продолжительных режимов работы (передача эл. мощности)	2,8	1	3	2
6	Расчет электрической части КЭС	22	1	22	17
7	Оптимальный выбор оборудования	3,8	1	4	3
8	Выбор необходимых защит блока	1,4	2	1	1
9	Расчет защит	6	1	6	4
10	Подготовка отчетов и записок по проекту	5	1	5	4
11	Общая проверка расчетов и других данных	2,4	2	2	1
12	Сдача проекта	1,4	2	1	1

Исходя из данных, будет составлен календарный план работ, которого будут придерживаться руководитель и проектировщик в процессе проектирования установленной конденсационной электростанции. Календарный план представим на рисунке

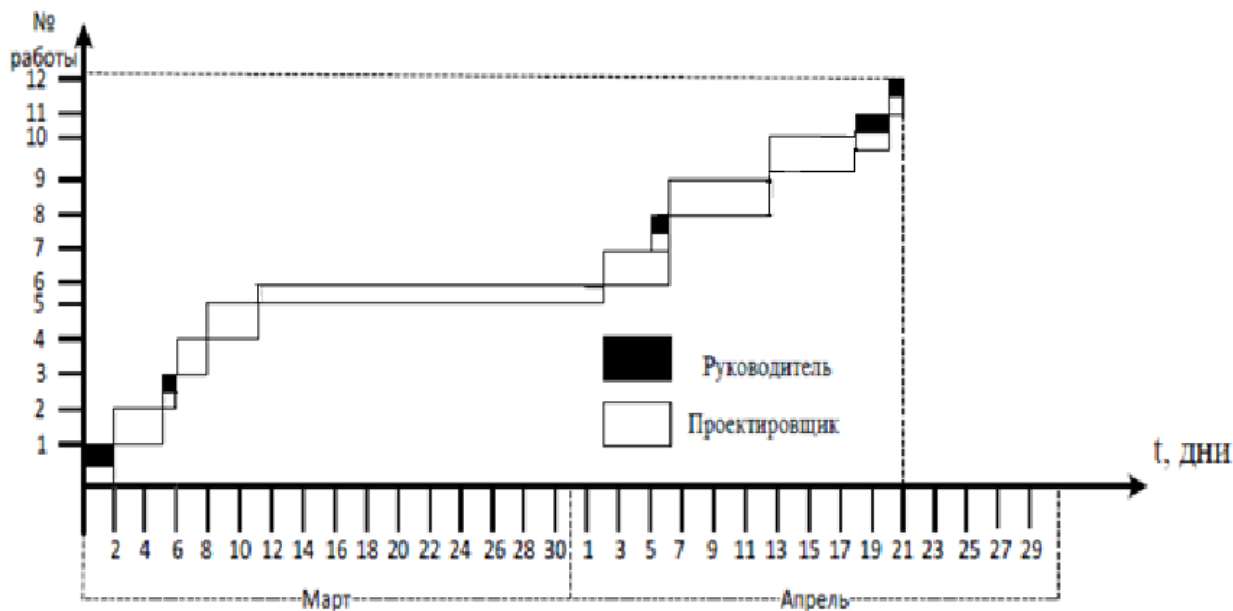


Рисунок – Календарный план проведения НИ

В данном пункте был рассчитан календарный план по выполнению проектировочных работ из графика которого видно, что данные работы будут осуществляться в период с 1.03 по 21.04. Из графика видно, что проектировщик работает значительно больше руководителя. Данный факт объясняется тем, что полномочием руководителя является постановка целей и задач перед подчиненным (проектировщиком).

### 3. Расчет затрат на проектирование

Для расчета бюджета необходимо учитывать статьи затрат:

- накладные расходы.
- материальные затраты;
- амортизационные затраты;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты на оплату труда;

### 3.1 Расчет материальных затрат

В Таблице будет представлена смета на канцелярские расходы.

Таблица – Канцелярские расходы

№	Наименование изделия	Кол-во единиц	Цена единицы, руб.	Общая стоимость, руб.
1	Бумага печатная	4	250	1000
2	Ручки и карандаши	10	30	300
3	Бумага обычная (тетрадь 12 листов)	2	10	40
4	Скобы для степлера	1	20	20
Итого:		1360 руб.		

### 3.2 Расчет стоимости программного обеспечения и оборудования

В данном пункте рассчитывается количество потраченных средств на приобретение компьютерной техники. Данные будут сведены в Таблицу

Таблица – Оборудование

№	Наименование изделия	Кол-во единиц	Цена единицы, руб.	Общая стоимость, руб.
1	Ноутбук	1	45000	45000
Итого:		45 тыс. рублей		

Общая стоимость затрат будет равна на компьютерное оборудование будет равна 45тыс.рублей.

### 3.3 Расчет амортизации

Так как затраты на оборудование превышают 40 тыс. рублей, то расчет амортизации проводить целесообразно.

Рассчитаем амортизацию для оборудования следующим образом:

где  $N_A$  – норма амортизации;

$n$  – срок полезного использования в количествах лет;

где  $I$  – итоговая сумма в руб.;

$m$  – время использования в месяцах;

Теперь произведем расчет для оборудования:

$$H_{A2} = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33$$

Рекомендуем полезный срок использования для компьютера 3 года (n=3).

$$A_o = \frac{H_{AI}}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 45000}{12} \cdot 2 = 2475 \text{ руб.}$$

Следовательно, общие амортизационные расходы будут равны:

$$A = A_o = 2475 \text{ руб}$$

### 3.4 Основная заработная плата исполнителей работ.

Рассчитываются заработные платы руководителя-проектировщика и проектировщика, участвующих в выполнении данного проекта. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп};$$

где:

$Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12 % от  $Z_{осн}$ );

1,3 – коэффициент для г. Томска;  $k_{раб}$  - количество рабочих дней в месяце

(21)

Пр-премии;

Рассчитаем дневную заработную плату проектировщика

$$Z_{дн}^П = \frac{Z_{м}}{k_{раб}} = \frac{14584}{k_{раб}} \cdot 1,3 = 902,82 \text{ руб.}$$

Расчитаем заработную плату руководителя проекта:

$$Z_{дн}^Р = \frac{Z_{м}}{k_{раб}} = \frac{17000}{k_{раб}} \cdot 1,3 = 1052,38 \text{ руб.}$$

Рассчитаем заработную плату проектировщика за время  $T_p$ , раб. дн:

$$Z_{дн}^П = T_{p, раб. дн.} \cdot Z_{дн}^П = 38 \cdot 902,82 = 34307 \text{ руб}$$



Рассчитаем заработную плату руководителя за время  $T_p$ , раб. дн:

$$Z_{\text{дн}}^P = T_{p, \text{раб. дн.}} \cdot Z_{\text{дн}}^P = 5 \cdot 1052,38 = 5261 \text{ руб}$$

Рассчитаем заработную плату проектировщика с учетом премии:

$$Z_{\text{зп}}^{II} = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 34307 + 0,12 \cdot 34307 = 38423 \text{ руб.}$$

Рассчитаем заработную плату руководителя проекта с учетом премии:

$$Z_{\text{зп}}^P = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 5261 + 0,12 \cdot 5261 = 5892 \text{ руб.}$$

Итого получаем зарплату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{зп}}^{II} + Z_{\text{зп}}^{PP} = 38423 + 5892 = 44315 \text{ руб.}$$

Сведем в Таблицу заработные платы проектировщика и руководителя.

Таблица – Заработная плата исполнителей

Исполнители	$Z_m$ , руб	$Z_{\text{дн}}$ , руб. ( $\times 1,3$ )	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.	$Z_{\text{доп}}$ , руб
Проектировщик	14584	902,82	38	34307	4116,84
Руководитель-проектировщик	17000	1052,38	5	5261	631,32

### 3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}),$$

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

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 27,1%.

$$Z_{\text{внеб}} = 0,271 \cdot 44315 = 12009 \text{ руб.}$$

### 3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование

материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, транспортные, размножение материалов и т.д. Принимаются как 16% от предыдущих затрат.

$$Z_{\text{накл}} = Z_{\text{BCE}} \cdot 0,16 = 48150 \cdot 0,16 = 7704 \text{руб.}$$

### 3.7 Бюджет проекта

Бюджет отображает каждую часть общих затрат и их сумму. Сведем полученные данные в Таблицу

Таблица – Бюджет проекта на проведение НИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	% от общей суммы
1. Материальные затраты	1360	2,4
2. Амортизация оборудования	2475	4,5
3. Затраты по заработной плате исполнителей	44315	79,3
4. Накладные расходы	7704	13,8
5. Бюджет затрат	55581	100

В данной таблице была рассчитана суммарная себестоимость проекта. Она составила 55581руб.

### 4. Ресурсоэффективность.

Ресурсоэффективность проектирования конденсационной электростанции определяется при помощи интегрального критерия ресурсоэффективности, который имеет следующий вид:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где:  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$  – весовой коэффициент проекта;

$b_i$  – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в

## Таблице

Таблица – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Безопасность	0,27	4
2. Надежность	0,23	5
3. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,25	4
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,10	5
5. Энергоэкономичность	0,15	3
Итого:	1,00	4,18

Интегральный показатель ресурсоэффективности для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi} = 0,27 \cdot 4 + 0,23 \cdot 5 + 0,25 \cdot 4 + 0,10 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 = 4,18$$

Результат (4,18 из 5), что свидетельствует об эффективности реализации технического проекта.

QuAd-анализ показал, что проект имеет перспективу для воплощения в жизнь. Для определения финансовых затрат составили план работ, длительность выполнения которого составила 52 дня. Подведя итоги, определили необходимую итоговую сумму реализации проекта – 55581 рублей. Можно сказать, что данный проект является перспективным, и имеет все качества для проектирования конденсационной электростанции.