

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



Институт ЭНИН  
Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Кафедра Электроэнергетических систем

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
Режим работы электрооборудования на тепловой станции мощностью 520 МВт УДК 621.311.22.002.5-8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Б	Валишин Ринат Рифкатович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кривова Л.В.	к.т.н., доцент		

**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
Старший преподаватель	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 \_\_\_\_\_  
 Направление подготовки (специальность) \_\_\_\_\_ Электрические станции  
 Кафедра \_\_\_\_\_ Электроэнергетических систем \_\_\_\_\_

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	Валишину Ринату Рифкатовичу

Тема работы:

Режим работы электрооборудования на тепловой станции мощностью 520 МВт
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:
--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><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></p>	<p>Объектом проектирования – КЭС. Исходными данными являются структурная схема КЭС, число и мощность турбогенераторов, нагрузка на РУ ВН и РУ СН, данные по линиям связи энергообъекта с энергосистемой, данные по энергосистеме.</p>
<p><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></p>	<p>В ВКР будет спроектирована электрическая часть КЭС мощностью 520 МВт, исследован самозапуск электродвигателей собственных нужд. Дополнительными разделами, подлежащих разработке, являются финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение и социальная ответственность.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1. Структурно-принципиальная схема;                  2. Электрическая схема с собственными нуждами.</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>  <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Социальная ответственность	Амелькович Юлия Александровна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и	Потехина Нина Васильевна

ресурсосбережение	
-------------------	--

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кривова Людмила Владимировна	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Б	Валишин Ринат Рифкатович		

## Реферат

Данная квалификационная работа состоит из 115 страниц, 25 рисунков, 23 таблицы, 18 источников.

Ключевые слова: КЭС, самозапуск, тепловая электростанция, режимы работы, энергетический блок, ресурсоэффективность,

В данной выпускной квалификационной работе объектом исследования является Конденсационная электростанция мощностью 520 МВт.

Целью работы является проектирование тепловой электростанции с установленной мощностью 520 МВт, выбрать оборудование для данной станции и проверить самозапуск электродвигателей собственных нужд.

В ходе работы :

- 1) Был произведен анализ электрической схемы нашей электрической станции;
- 2) Выбрано основное оборудование (турбогенераторы, трансформаторы, выключатели, разъединители, токопроводы и тд.);
- 3) Также произведен выбор двигателей собственных нужд и выполнена проверка их самозапуска в различных ситуациях;

В процессе выполнения данной работы были использованы аналитический и графоаналитический методы, для расчета коротких замыканий была использована программа «GTCURR», а для расчета продолжительных режимов и проверки самозапуска «Мустанг»

## Определения

**Конденсационная электростанция:** тепловая электростанция, которая производит только электроэнергию.

**Собственные нужды:** совокупность вспомогательных устройств, относящихся к электрической части, которые обеспечивают работу электростанций.

**Самозапуск электродвигателей:** восстановление без участия персонала работы электродвигателей.

**Электрооборудование:** любое оборудование, используемое для производства, распределения, передачи, изменения характеристик электроэнергии, а также для ее преобразования в другой вид энергии.

**Режим работы:** нахождение энергосистемы или электроустановки в определенном эксплуатационном режиме.

**Короткое замыкание:** аварийный режим, происходящий при соединении двух или более точек электрической цепи различных потенциалов, приводящий к повреждениям.

**Линия электропередач:** Электроустановка, состоящая из проводов, кабелей, изолирующих элементов и несущих конструкций, предназначенная для передачи электроэнергии с возможным промежуточным отбором.

**Рабочая зона:** зона, закрепленная за персоналом во время рабочего дня.

## **Оглавление**

Введение .....	9
Обзор литературы .....	10
<b>Глава 1. Проектирование электрической части 520 МВт .....</b>	<b>11</b>
1.1. Исходные данные .....	11
1.2. Выбор турбогенераторов .....	12
1.3. Баланс мощностей .....	13
1.4. Описание структурной схемы .....	15
1.5 Расчет продолжительных режимов .....	16
1.5.1 Описание продолжительных режимов .....	16
1.5.2 Программный расчет продолжительных режимов .....	17
1.6 Выбор силовых (авто)трансформаторов .....	18
1.6.1 Условия выбора .....	18
1.6.2 Основные каталожные параметры .....	20
1.7 Полное описание варианта и выбранного расчетного присоединения ..	20
1.8 Выбор условий для выбора коммутационных аппаратов и токоведущих частей .....	22
1.8.1 Расчетные условия режима трехфазных коротких замыканий .....	23
1.9 Выбор коммутационных аппаратов в цепях расчетного присоединения .....	25
1.9.1 Выбор выключателей .....	26
1.9.2 Выбор разъединителей .....	27
1.10 Выбор токоведущих частей цепей расчетного присоединения .....	28
1.11 Описание формы оперативного управления электрической частью объекта .....	29
1.12 Выбор и обоснование измерительных трансформаторов тока и измерительных трансформаторов напряжения .....	30
<b>Глава 2. Исследование самозапуска электродвигателей собственных нужд .....</b>	<b>32</b>
2.1. Исходные данные .....	32
2.2 Типы и параметры электродвигателей собственных нужд .....	33
2.3 Схема собственных нужд .....	34



2.4 Расчет установившегося режима .....	35
2.4.1 Расчет установившегося режима через трансформатор с.н. ....	36
2.4.2 Расчет установившегося режима через резервный трансформатор с.н. ....	37
2.5 Ввод параметров моделей элементов энергосистемы для расчета переходных процессов .....	38
2.6 Проверка самозапуска двигателей собственных нужд.....	39
2.6.1 Короткое замыкание К1 .....	40
2.6.2 Короткое замыкание К2 .....	42
2.6.3 Короткое замыкание К3 .....	43
2.6.4 Короткое замыкание К4 .....	44
2.6.5 Отказ АВР.....	45
<b>Глава 3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....</b>	<b>46</b>
3.1 Анализ конкурентных технических решений .....	46
3.2 SWOT – Анализ .....	48
3.3 Планирование научно – исследовательских работ .....	49
3.3.1 Определение трудоемкости выполнения работ .....	50
3.3.2 Бюджет научно – технического исследования (НТИ) .....	52
3.3.3 Основная заработная плата исполнителей.....	53
3.4 Ресурсоэффективность.....	54

## **Введение**

В настоящее время спрос на электроэнергию, постоянно растет это связано с увеличением различных промышленных объектов. До 2020 года прогнозируется ежегодный рост спроса на электроэнергию 4.1%, а старые электростанции выходят из строя а те которые остались не способны обеспечить растущие требования в электроэнергии, что требует введение в эксплуатацию новых генерирующих мощностей и подключение их к энергосистеме. Но для того чтобы построить электростанцию и запустить, необходимо сначала сделать качественный проект, чтобы при эксплуатации электростанция выполняла все задачи, на которые рассчитана и соответствовала всем требованиям.

В данной выпускной квалификационной работе будет приведен проект электрической части тепловой электростанции, рассмотрены различные режимы ее работы, а также будет произведен анализ самозапуска электродвигателей собственных нужд. При наличии первичных основных параметров, необходимо подобрать основное оборудование станции, которое будет бесперебойно выполнять поставленную задачу в производстве качественной электроэнергии. В проектировании электрической части станции входят следующие мероприятия: выбор турбогенераторов необходимой нам мощности, выбор силовых трансформаторов и автотрансформаторов связи, выбор коммутационной аппаратуры, такой как выключатели и разъединители, выбор измерительной системы, а также выбор оборудования собственных нужд. Также необходимо чтобы реализация проекта была экологически безопасна.

Как и при любом проектировании, перед тем как приступить к реализации необходимо произвести анализ эффективности данного проекта, будет ли он выгоден и не будет ли он отрицательно влиять на экологическую безопасность окружающей среды.

## Обзор литературы

В процессе написания работы, использовались различные учебные пособия, справочники и методическая литература.

В таком справочнике как «Электрическая часть электростанций и подстанций» авторами которого являются Б.Н. Неклепаев и И.П. Крючков [1] приводятся данные о параметрах различных электрических машинах и аппаратов. А именно о турбогенераторах, (авто)трансформаторах, коммутационной аппаратуре, приборах измерительной системы, воздушных линиях, токопроводах и др.

По данному источнику был сделан выбор такого оборудования как синхронные турбогенераторы, был произведен выбор (авто)трансформаторов, коммутационной аппаратуры.

В таком пособии как «Электрооборудование станций и подстанций» авторами которой являются Л.Д. Рожкова и В.С. Козулин [2] описывается конструкция различного оборудования электростанций. Также в данном пособии излагаются методы выбора такого оборудования как турбогенераторы, трансформаторы и коммутационных аппаратов и токоведущих частей.

Из данного источника взята информация о том по каким условиям производить выбор трансформаторов, выключателей, разъединителей. Также из данной литературы использовались формулы для расчета сопротивлений линий, трансформаторов и генераторов.

В тоже время рассматривались требования к распределительным устройствам, подстанциям, защитам и автоматике, опираясь на правила устройств электроустановок. [5]

Такое пособие как «Режимы работы и эксплуатации электрооборудование электрических станций» авторами которого являются Н.В. Коломиец и другие, использовалось для расчета режимов работы нашей станции.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
5А3Б	Валишин Ринат Рифкатович

<b>Институт</b>	<b>ЭНИН</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭЭС</b>
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Электрические станции

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

Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя - 26300 руб. Оклад инженера - 17000руб.
Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизации – 20%
Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды - 27,1%

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

Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ конкурентных технических решений; Swot - анализ.
Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование научно-исследовательских работ Определение трудоемкости работ Расчёт бюджета НИ: - Расчет нематериальных активов и основных средств НИ - Расчет основной и дополнительной заработной платы - Расчет амортизации Расчет накладных расходов
Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	- Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

<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>
Старший преподаватель	Потехина Н.В.	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
5А3Б	Валишин Ринат Рифкатович		

### **Глава 3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

Целью данного раздела является оценка ресурсоэффективности и конкурентоспособности проекта. В данном разделе необходимо провести анализ конкурентных технических решений, определить трудоемкость проводимых работ, создать график проведения работ, произвести расчет стоимости материальных затрат и заработной платы работников занимающихся проектом, а также сформировать бюджет затрат.

#### **3.1 Анализ конкурентных технических решений**

Целью данного раздела является применение оценочной карты для выбора поставщика турбогенератора.

Объектом анализа будет являться турбогенератор ТВФ – 120 – 2УЗ, который используется в нашем расчетном присоединении блок генератор – трансформатор. Для того, чтобы наиболее точно провести анализ нужно использовать всю информацию, которая доступна о конкурентных разработках.

Для сравнения возьмем двух производителей такого типа турбогенераторов в России. Производители: ООО «Силовые машины», «Элмаш-М». Для сравнения были выбраны следующие технические критерии: надежность, КПД, безопасность, удобство в эксплуатации и такие экономические критерии как: доставка, послепродажное обслуживание, сервис, и цена. Результаты приведены в таблице № 3.1

Таблица 3.1 – Показатели оценки качества проекта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Силловые машины	Элмаш-М	$K_{С.М}$	$K_{Э-М}$
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки					
1. Надежность	0,12	4	5	0,48	0,6
2. КПД	0,11	5	4	0,55	0,44
3. Безопасность	0,13	5	5	0,65	0,65
4. Удобство в эксплуатации	0,11	3	4	0,33	0,44
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Доставка	0,11	5	4	0,55	0,44
2. Послепродажное обслуживание	0,13	3	5	0,39	0,65
3. Сервис	0,15	4	5	0,6	0,75
4. Цена	0,14	5	4	0,7	0,56
Итого	1			4,25	4,53

Существует формула, при помощи которой мы сможем провести анализ конкурентных технических решений:

$$K = \sum V_i \cdot B_i$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;  $V_i$  – вес показателя (в долях единицы);  $B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

По результатам приведенным в таблице 2, делаем вывод, что лучше приобрести турбогенератор ТВФ – 63 – 2ЕУ3 у компании «Элмаш-М».

## **3.2 SWOT – Анализ**

### **SWOT – Анализ**

Одним из инструментов, позволяющим оценить потенциал проекта, является SWOT – Анализ. Для проведения данного анализа, необходимо привязать проект к территории, на которой в дальнейшем он осуществится. В качестве территории для осуществления проекта выбираем Кемеровскую область. Так как Кузнецкий угольный бассейн является одним из самых крупных угольных месторождений, проектирование нашей станции в данной местности будет наиболее актуально. Можно реализовать нашу КЭС вблизи какого-нибудь крупного разреза, не далеко от водоема, тогда мы сможем сэкономить на транспортировке топлива.

SWOT – анализ заключается в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории.

- 1) **Strengths** – сильные стороны;
- 2) **Weaknesses** – слабые стороны;
- 3) **Opportunities** – возможности;
- 4) **Threats** – угрозы;

Сильные и слабые стороны относят к факторам внутренней среды объекта анализа. Возможности и угрозы относят к факторам внешней среды. Результаты проведенного анализа сведем в таблицу №3.2

Таблица 3.2 – Матрица решений

	<b>Возможности (О)</b>	<b>Угрозы (Т)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Растет спрос на электроэнергию.</li> <li>- Удобное географическое местоположение вблизи полезных ископаемых.</li> <li>- Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями</li> <li>- Создание дополнительных рабочих мест</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Выброс вредных веществ в атмосферу</li> <li>- Истощение полезных ископаемых</li> </ul>
<b>Сильные стороны(S)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Кузбасская энергосистема является дефицитной и появление на ее территории новой электростанции будет очень приветствоваться</li> <li>- производство менее дорогой электроэнергии чем у конкурентов, тем самым повышение спроса</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Применение новых технологий для очистки отработанных газов, чтобы снизить содержание углекислого газа и других вредных веществ</li> <li>- Переход на более чистые источники энергии, например с угля на газ</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Экономия средств на транспортировке топлива</li> <li>- Не привязана к какой-то определенной местности</li> <li>- Высокая надежность работы;</li> <li>- Относительно дешевое топливо</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Использовать современные технологии при производстве электроэнергии, что позволит повысить КПД</li> <li>- поиск альтернативного вида топлива</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Использовать энергию отработанного пара и выхлопных газов для каких-либо других нужд</li> </ul>
<b>Слабые стороны (W)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- По сравнению с ГЭС и АЭС имеет низкий КПД.</li> <li>- Использование не возобновляемых источников энергии</li> </ul>	

После проведения SWOT-анализа делаем вывод, что успех нашего проекта в основном зависит от того сможем ли мы заинтересовать потребителей и найдем ли поддержку государства в строительстве



электростанции в данном регионе. Так как Кузбасс нуждается в дополнительных источниках энергии, потому например Новокузнецкий алюминиевый завод потребляет очень много электроэнергии, так как его производство очень энергоемкое, государство должно всячески поддержать реализацию нашего проекта

### 3.3 Планирование научно – исследовательских работ

Планирование работ является важным аспектом при проектировании. Он позволяет выполнять проект точно в срок, а также позволяет довольно точно рассчитать заработную плату работников занимающихся проектированием. Над данным проектом работает команда из двух человек – руководитель проекта и проектировщик. Каждый из них выполняет свои обязанности, но некоторую часть работы они выполняют вместе.

Таблица 3.3 – Этапы работ

№	Описание работы	Исполнитель
1	Разработка технического задания	Руководитель проекта
2	Подбор и изучение материалов по теме	Проектировщик
3	Подбор направления исследования	Руководитель проекта и проектировщик
4	Календарное планирование по теме	Руководитель проекта
5	Проектирование электрической части Выбор турбогенераторов	Проектировщик
6	Описание структурной схемы электростанции	Проектировщик
7	Выбор (авто)трансформаторов	Проектировщик
8	Выбор коммутационной аппаратуры и измерительной подсистемы	Проектировщик
9	Расчет установившегося режима электростанции	Проектировщик
10	Исследование самозапуска электродвигателей собственный нужд	Проектировщик
11	Оценка результатов	Руководитель проекта
12	Обработка документации	Проектировщик
13	Составление отчета по проекту	Проектировщик

### 3.3.1 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения работ оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, потому что зависит от многих факторов, которые очень трудно учесть. Для того, чтобы определить ожидаемое значение трудоемкости  $t_{ожі}$  воспользуемся формулой [?]:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дней;

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

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

После того, как были определены ожидаемые трудоемкости работ, необходимо определить продолжительность каждой работы в днях  $T_p$ , за счет которой можно учесть параллельность выполнения работ одновременно несколькими исполнителями. Также сможем точно рассчитать заработную плату, так как удельный вес заработной платы в общей смете стоимости научных исследований составляет около 65%.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}$$

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

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

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

Пример расчета трудоемкости и продолжительности работы №1:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 6}{5} = 4,2;$$

$$T_{P_i} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} = \frac{4,2}{1} = 4,2 \approx 4.$$

Данные по продолжительности работ сведены в таблицу 3.4.

Таблица 3.4- Временные показатели проведения научного исследования

Номер работы	Трудоемкость работ						Исполнитель		Длительность работ в рабочих днях		Длительность работ в календарных днях T	
	t <sub>min</sub> , чел-дни		t <sub>max</sub> , чел-дни		t <sub>ожі</sub> , чел-дни							
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2
1	1	-	2	-	1,4	-	+		1	-	2	-
2	-	3	-	5	-	3.		+	-	4	-	6
3	2	2	4	4	2,8	2,8	+	+	1	1	2	2
4	2	-	3	-	2,6	-	+		3	-	4	-
5	-	4	-	5	-	4,4		+	-	5	-	7
6	-	4	-	6	-	4,8		+	-	5	-	7
7	-	6	-	10	-	7,6		+	-	8	-	12
8	-	5	-	9	-	6,6		+	-	7	-	10
9		7		9	-	8		+	-	8	-	10
10		6		10	-	8		+	-	8	-	10
11	1	-	2	-	3,2	-	+		1	-	2	-
12	-	4	-	7	-	5,2		+	-	5	-	8
13	-	5	-	9	-	6,6		+	-	7	-	10

Таблица 3.5 Количество дней затраченных на работу

Общее количество рабочих дней для выполнения работы	63
Общее количество рабочих дней, в течение которых работал проектировщик	58
Общее количество рабочих дней, в течение которых работал руководитель проекта	6

Таблица 3.6 Календарный план-график выполнения проекта

№ работ	Вид работ	Исполнители	T <sub>кi</sub> , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				февр		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление ТЗ	Руководитель	2	■													
2	Изучение Материалов	Инженер (дипломник)	6	■													
3	Подбор напр. исслед.	Руков., инж	2		■												
4	Кален. план.	Руководитель.	4		■												
5	Выбор тр.ген	Инженер	7			■											
6	Опис Схем.	Инженер	7				■										
7	Выбор тр-в	Инженер	12				■	■									
8	Комм.апар.	Инженер	10					■	■								
9	Расч.уст. режима	Инженер	10						■	■							
10	Исслед самозапус.	Инженер	10							■	■						
11	Оценка.рез.	Руководитель	5								■	■					
12	Обработка. док	Инженер	8									■	■				
13	Сост.отчет.	Инженер	10										■	■	■		

■ – руководитель    ■ – инженер

В данном пункте был рассчитан и построен календарный график выполнения работ. Судя по графику делаем вывод, что проектирование нужно начать 12 февраля и закончить к концу мая 2017 года.

### 3.3.2 Бюджет научно – технического исследования (НТИ)

Для того, чтобы запланировать бюджет НТИ необходимо рассмотреть все виды расходов, которые связаны с его выполнением. При формировании бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- 1) Амортизация;
- 2) Заработная плата;
- 3) Отчисления во внебюджетные фонды;
- 4) Накладные расходы.

#### Амортизация

В данном пункте будет рассчитана амортизация ноутбука, необходимого в работе над проектом.

Пусть срок эксплуатации ноутбука 3 года. Отсюда следует, что норма амортизации за месяц равна:

$$K = \frac{1}{n} \cdot 100\%$$

$$K = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33\%$$

где  $n$  – срок полезного использования в годах.

Найдем амортизацию:

$$A = \frac{K \cdot I}{12 \cdot 30} \cdot m \text{ р}$$

$$A = \frac{0,33 \cdot 55}{12 \cdot 30} \cdot 58 = 2924,2 \text{ руб.}$$

где  $I$  – итоговая сумма в тыс. руб.;

$m$  – время использования в днях.

### 3.3.1 Основная заработная плата исполнителей

В этом разделе нам необходимо рассчитать основную заработную плату руководителя и проектировщика. Зарплата работников в первую очередь зависит от трудоемкости выполняемых работ, а также системы окладов и тарифных ставок. Также в зарплату включается премия, которая выплачивается ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30% от тарифа или оклада. В нашем же случае премиальный коэффициент составляет 30% от зарплаты.

Статья включает основную заработную плату работников и дополнительную зарплату.

$$Z_{зн} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

где  $Z_{осн}$  - основная зарплата;

$Z_{доп}$  - дополнительная зарплата (15% от  $Z_{осн}$ ).

По формуле рассчитаем основную зарплату руководителя проекта:

$$Z_{осн} = Z_{он} \cdot T_p$$

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

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

Рассчитаем среднедневную заработную плату по формуле:

Для 5 – дневной недели (проектировщик):

$$Z_{он} = \frac{Z_M \cdot M}{F_{\partial}} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1 \text{ руб.},$$

Для 6 – дневной недели (руководитель проекта):

$$Z_{он} = \frac{Z_M \cdot M}{F_{\partial}} = \frac{51285 \cdot 10,4}{247} = 2159,4 \text{ руб.}$$

где  $Z_M$  - месячный должностной оклад работника, руб.:

Для руководителя проекта:

$$Z_M = Z_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_{\partial}) \cdot k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.}$$

Для проектировщика:

$$Z_M = Z_{mc} \cdot (1 + k_{np} + k_{\partial}) \cdot k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.}$$

где  $Z_{mc}$  - зарплата по тарифной ставке, руб.;

$k_{np}$  - премиальный коэффициент, равный 0,3;

$k_{\partial}$  - коэффициент доплат и надбавок составляет 0,2;

$k_p$  - районный коэффициент, равный 1,3 (для города Томска);

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течении года.

$F_{\partial}$  - действительный годовой фонд рабочего времени научно – технического персонала, раб. дн.

Сведем расчет основной заработной платы в таблицу 3.7.

Таблица 3.7 Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{mc}$ , руб.	$k_{np}$	$k_{\partial}$	$k_p$	$Z_M$ , руб.	$Z_{\partial n}$ , руб.	$T_p$ , раб.д н.	$Z_{ocn}$ , руб.
Руководитель проекта	26300	0,3	0,2	1,3	51285	1743,1	6	10458,6
Проектировщики	17000	0,3	0,2	1,3	33150	2159,4	58	125245,2
Итого:								135703,8

### Дополнительная заработная плата исполнителей

По формуле найдем дополнительную заработную плату:

Руководитель проекта:  $Z_{\partial on} = k_{\partial on} \cdot Z_{ocn} = 0,15 \cdot 10458,6 = 1568,79 \text{ руб.},$

Проектировщик:  $Z_{\partial on} = k_{\partial on} \cdot Z_{ocn} = 0,15 \cdot 125245,2 = 18786,78 \text{ руб.},$

где  $k_{\partial on}$  - коэффициент дополнительной заработной платы.

### Отчисления во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды определим по формуле:

Руководитель проекта:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{ocn} + Z_{\partial on}) = 0,271 \cdot (10458,6 + 1568,79) = 3259,4 \text{ руб.},$$

Проектировщик:  $Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{ocn} + Z_{\partial on}) = 0,271 \cdot (125245,2 + 18786,78) = 39032,6 \text{ руб.},$

где  $k_{внеб}$  - коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

### Накладные расходы

Накладные расходы – это прочие затраты организации. По формуле определим накладные расходы руководителя проекта и проектировщика:

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot (\text{сумма статей } 1 \div 4) = 0,16 \cdot (42292 + 2924,2 + 20355,6 + 135703,8) = 32204,1 \text{ руб.},$$

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

### Формирование бюджета затрат научно – технического исследования

В основу формирования бюджета входит величина НТИ. При заключении договора с заказчиком, этот бюджет затрат проекта должен защищаться научной организацией. Он является нижним пределом затрат на разработку научно – технической продукции.

Таблица 3.8 – Бюджет затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб	%
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	135703,8	58
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	20355,6	8,8
Амортизация	2924,2	1,2
Отчисления во внебюджетные фонды	42292	18,2
Накладные расходы	32204,1	13,8
Бюджет затрат НТИ	233479,7	100

Сформировав таблицу результатов делаем вывод, что бюджет затрат НТИ равен 233479,7 руб. Как и упоминалось ранее основной процент бюджета затрат НТИ составляет основная заработная плата – 58%, а самый малый процент занимает дополнительная заработная плата – 8,8%.



### 3.4 Ресурсоэффективность

Ресурсоэффективность – это интегральный критерий ресурсоэффективности и определяется по формуле:

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

где  $I_{pi}$  - интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$  - весовой коэффициент проекта;

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

Таблица 3.9 Ресурсоэффективность

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Безопасность	0,2	4
2. Надежность	0,25	5
3. Удобство в эксплуатации	0,2	4
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,2	5
5. Энергоэкономичность	0,15	3
Итого:	1	

Тогда интегральный показатель ресурсоэффективности для нашего проекта равен:

$$I_{pi} = 0,2 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 = 3,85$$

В данном пункте мы провели оценку ресурсоэффективности нашего проекта и получили довольно – таки хороший результат (4,3 из 5), что говорит об эффективности его реализации.

Данный расчет интегрального показателя носит огромное значение, при выполнении данного пункта. Его величина показывает эффективно ли использование данного научного исследования.

В результате выполнения задания данного раздела был проведен анализ конкурентных технических решений и был выбран производитель, у которого наиболее выгодно приобрести турбогенератор типа ТВФ – 120 – 2УЗ. Наиболее выгодным оказался «Элмаш-М».

Далее был проведен SWOT – анализ, который помог нам оценить различные факторы и явления, влияющих на проект. С помощью данного анализа были выявлены положительные и отрицательные стороны и выбран нашего проекта;

Был составлен план – график выполнения работ каждого из участников: руководителя проекта и проектировщика. В итоге получили следующие данные: общее количество дней на выполнение проекта – 63 дня, общее количество дней работы проектировщика – 58 дня, а количество рабочих дней руководителя проекта – 6 дней;

Рассчитали бюджет НИИ, который необходим для осуществления данного проекта. Он составил 233479,7тыс. руб.;

В конце рассчитали интегральный показатель ресурсоэффективности, который равен 4,3 по 5 – бальной шкале. Такой результат говорит о том, что реализация данного проекта будет эффективна.

Реализация данного проекта является очень актуальной для данной области из-за наличия различных энергозатратных предприятий. Постройка данной электростанции будет также полезна тем что появятся новые рабочие места.