

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 ЭЭС

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|--|
| Проектирование электрической части ТЭЦ установленной мощностью 127 МВт |

УДК 621.311.22: 697.34.002.5-8

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|------|
| 5А3Б | Рудник Владимир Евгеньевич | | |

Руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Уфа Руслан Александрович | | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Потехина Нина Васильевна | | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент | Амелькович Юлия Александровна | к.т.н. | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Зав. кафедрой | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|---------------------------------|---------------------------|---------|------|
| ЭЭС | Сулайманов Алмаз Омурзакович | к.т.н. | | |

Томск – 2017г.

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. |

| Код результата | Результат обучения |
|---|---|
| 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</i> <i>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. |

| Код результата | Результат обучения |
|-------------------|--|
| 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 автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт ЭНИН

Направление подготовки (специальность) Электроэнергетика и электротехника

Кафедра ЭЭС

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

| |
|---------------------|
| бакалаврской работы |
|---------------------|

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|-------------------------------|
| 5АЗБ | Руднику Владимиру Евгеньевичу |

Тема работы:

| | |
|--|--------------------|
| Проектирование электрической части ТЭЦ установленной мощностью 127 МВт | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | 11.05.17 3275/с |

| | |
|--|-----------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 1.06.2017 |
|--|-----------|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|--|---|
| <p>Исходные данные к работе <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 является ТЭЦ мощность 127 МВт. В качестве исходных данных:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Количество генераторов на станции, их параметры; 2. Параметры энергосистемы; 3. Параметры нагрузок потребителей; 4. Величина резерва 5. Состав механизмов собственных нужд |
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>Титульный лист Задание Календарный рейтинг - план Реферат Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки Оглавление Введение Раздел - 1 Проектирование электрической части ТЭЦ мощностью 127 Мвт Раздел - 2 Режимы работы трансформатора Раздел - 3 Исследование вставки постоянного тока</p> |

| | |
|--|--|
| | Раздел - 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение Раздел - 5 Социальная ответственность Заключение Список литературы Приложения |
| Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i> | Приложение А – Программный расчет баланса мощностей Приложение Б - Главная схема электрических соединений ТЭЦ Приложение В – Календарный план график |
| Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i> | |
| Раздел | Консультант |
| Социальная ответственность | Амелькович Юлия Александровна |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Потехина Нина Васильевна |

| | |
|---|------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 01.02.2017 |
|---|------------|

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|--------------------------|------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Уфа Руслан Александрович | | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|------|
| 5А3Б | Рудник Владимир Евгеньевич | | |

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

Студенту:

| | |
|--------|----------------------------|
| Группа | ФИО |
| 5А3Б | Рудник Владимир Евгеньевич |

| | | | |
|---------------------|----------------|---------------------------|---------------------------------------|
| Институт | Энергетический | Кафедра | ЭЭС |
| Уровень образования | Бакалавр | Направление/специальность | Электроэнергетика и электротехника |

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

| | |
|---|---|
| <i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | Оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ |
| <i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i> | 30 % премии; 20 % надбавки; 16% накладные расходы; 30 % районный коэффициент; |
| <i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования</i> | 27,1% отчисления на социальные нужды |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|--|---|
| <i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения ВКР с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i> | Анализ конкурентных технических решений; SWOT-анализ. |
| <i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i> | Формирование плана и графика разработки: -определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка календарного план-графика. -Формирование бюджета. |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений
2. Матрица SWOT
3. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей
4. Календарный план-график

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|-------------------|---------------|------------------------|---------|------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Ст. преподаватель | Потехина Н.В. | | | |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|--------|----------------------------|---------|------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 5А3Б | Рудник Владимир Евгеньевич | | |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

| | |
|---------------|----------------------------|
| Группа | ФИО |
| 5АЗБ | Рудник Владимир Евгеньевич |

| | | | |
|----------------------------|---------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Институт | Энергетически | Кафедра | ЭЭС |
| Уровень образования | бакалавр | Направление/специальность | Электроэнергетика и электротехника |

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

| | |
|---|---|
| 1. Характеристика объекта исследования. | Технология производства электроэнергии на ТЭЦ |
|---|---|

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|--|--|
| <p>2. Производственная безопасность</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>2.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность | <p>В данной части необходимо проанализировать вредные и опасные факторы.</p> |
| <p>3. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); | <p>Электростанция оказывает влияние на окружающую среду следующими факторами: электромагнитные поля, акустический шум, озон, окислы азота, электро-поражение птиц, сающихся на провода, изоляторы и конструкции опор, выбросы продуктов горения.</p> |

| | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. | |
| <p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. | <p>Перечень возможных ЧС: Аварии с выбросом (угрозой выброса) и распространением облака сильнодействующих ядовитых веществ, внезапное обрушение жилых, промышленных и общественных зданий. А Наиболее вероятной ЧС, которая может возникнуть на подстанции- это пожар, возникший в результате короткого замыкания, неисправности электрооборудования или котельного оборудования.</p> |
| <p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны электрической части ТЭЦ. | <p>Необходимо рассмотреть мероприятия при компоновке рабочей зоны</p> |

| | |
|---|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|---|--|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцен | Амелькович Юлия Александровна | к.т.н. | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|----------------------------|---------|------|
| 5А3Б | Рудник Владимир Евгеньевич | | |

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

Институт ЭНИН

Направление подготовки (специальность) Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования бакалавр

Кафедра ЭЭС

Период выполнения (осенний / 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 |
|--|------------|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|---|------------------------------------|
| 19.02.2017 | Изучения программного обеспечения | |
| 22.04.2017 | Расчет станции и расчет режима работы трансформатора | |
| 29.04.2017 | Исследование вставки постоянного тока | |
| 15.05.2017 | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | |
| 20.05.2017 | Социальная ответственность | |
| 28.05.2017 | Оформление работы | |

Составил преподаватель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|--------------------------|------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Уфа Руслан Александрович | | | |

СОГЛАСОВАНО:

| Зав. кафедрой | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|------------------------------|------------------------|---------|------|
| ЭЭС | Сулайманов Алмаз Омурзакович | к.т.н. | | |

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 125 страниц, 38 рисунков, 45 таблиц, 32 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: Электрическая станция, вставка постоянного тока, ЭЭС, ТЭЦ, трансформатор, генератор.

Объектом исследования является электрическая часть теплоэлектростанции.

Цель работы: спроектировать электрическую часть теплоэлектростанции мощностью 127 Мвт, выбрать основное силовое оборудование, выполнить расчет режима работы трансформатора, исследовать вставку постоянного тока.

В процессе исследования использовались расчетные программные комплексы: «Matlab Simulink», современные программные продукты Word, MathCAD, Excel, аналитические и графоаналитические расчетные методы.

В результате исследования было выявлено, что объект обладает высокими технико-экономическими параметрами и эксплуатационными характеристиками.

Область применения: электроэнергетика. Данная методика исследования может быть рекомендована для применения в различных проектных организациях.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Для написания выпускной квалификационной работы использовались учебные пособия, различные справочные материалы, научная и учебно-методическая литература.

В учебном пособии «Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования» Неклепаев Б. Н., Крючков И. П., подробно рассмотрен принцип проектирования электрической части электростанций. По данному материалу производился выбор синхронных генераторов, силовых трансформаторов, автотрансформаторов и т.д.

В учебном пособии «Электрооборудование станций и подстанций» Рожкова Л. Д., Козулин В. С., описаны конструкции основного электрооборудования электростанций и подстанций. Изложена методика выбора аппаратов и токоведущих частей. Рассмотрены схемы электрических соединений и конструкций распределительных устройств. Из данного пособия была взята информация о системе охлаждения турбогенераторов, описание системы охлаждения оборудования, расчетные формулы для сопротивлений трансформаторов, генераторов и т.д.

Также были рассмотрены общие требования к распределительным устройствам, передачам электроэнергии, защите и автоматике на основании правил устройств электроустановок (ПУЭ).

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

ЭЭС – электроэнергетические системы;

ТЭС – тепловая электростанция

ТЭЦ - теплоэлектроцентраль

РЗА (РЗиА) – релейная защита и автоматика

ЛЭП – линия электропередачи

ВН – высокое напряжение

СН – среднее напряжение

НН – низкое напряжение

Г – генератор

Т - трансформатор

ГРУ – генераторное распределительное устройство

РУ – распределительное устройство

АТ - автотрансформатор

Л - линия

КЗ – короткое замыкание

СШ – сборные шины

Оглавление

| | |
|---|----|
| Введение..... | 16 |
| Глава 1. Проектирование электрической части ТЭЦ установленной мощностью 127 МВт..... | 17 |
| 1.1. Исходные данные для теплоэлектроцентрали..... | 17 |
| 1.2. Выбор турбогенератора..... | 18 |
| 1.2. Системы охлаждения турбогенераторов..... | 19 |
| 1.3. Баланс мощностей..... | 22 |
| 1.3.1. Баланс активной мощности..... | 22 |
| 1.3.2. Баланс реактивной мощности..... | 23 |
| 1.3.3. Баланс полной мощности..... | 24 |
| 1.4. Описание структурной схемы..... | 25 |
| 1.5. Расчет продолжительных режимов ТЭЦ..... | 26 |
| 1.5.1. Программный расчет продолжительных режимов..... | 27 |
| 1.5.2. Аналитический расчет продолжительных режимов..... | 31 |
| 1.6. Выбор силовых трансформаторов связи..... | 32 |
| 1.7. Выбор секционных реакторов..... | 35 |
| 1.8. Полное описание варианта и выбранного расчетного присоединения..... | 36 |
| 1.9. Определение расчетных условий для выбора аппаратуры и токоведущих частей выбранного присоединения..... | 38 |
| 1.10. Расчет токов короткого замыкания..... | 40 |
| 1.11. Выбор коммутационных аппаратов в цепях расчетного присоединения..... | 47 |
| 1.11.1. Выбор выключателей:..... | 47 |
| 1.11.2. Выбор разъединителей:..... | 50 |
| 1.11.3. Выбор реактора для ГРУ..... | 52 |
| 1.12. Выбор токоведущих частей цепей расчетного присоединения..... | 52 |
| 1.13. Описание формы оперативного управления электрической частью объекта. Проектирование измерительной подсистемы..... | 56 |
| 1.14. Выбор схем электрических соединений распределительных устройств..... | 57 |
| 1.15. Проектирование системы электроснабжения собственных нужд..... | 60 |
| 1.16. Проектирование измерительной подсистемы..... | 62 |
| 1.16.1 Выбор трансформаторов тока..... | 62 |
| 1.16.2. Выбор трансформаторов напряжения..... | 63 |
| Глава 2. Режимы работы трансформаторов..... | 65 |
| 2.1. Преобразование заданного графика нагрузки трансформатора в эквивалентный прямоугольный..... | 65 |
| 2.2. Расчет превышения температуры масла и превышение температуры обмотки над температурой масла..... | 67 |

| | |
|---|-----|
| 2.3. Расчет износа изоляции. | 69 |
| 2.4. Расчет допустимой систематической нагрузки и аварийных перегрузок..... | 70 |
| Глава 3. Исследование вставки постоянного тока | 72 |
| 3.1. Актуальность исследования..... | 72 |
| 3.2. Структура и принцип работы вставки постоянного тока. | 72 |
| 3.3. Статический преобразователь напряжения. | 76 |
| 3.4. Тестирование модели вставки постоянного тока в энергосистеме. | 79 |
| Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 86 |
| 4.1. Анализ конкурентных технических решений..... | 86 |
| 4.2. SWOT-анализ | 88 |
| 4.3. Планирование выпускной квалификационной работы (ВКР) | 90 |
| 4.3.1. Структура работ в рамках ВКР | 90 |
| 4.3.2. Определение трудоемкости работ | 91 |
| 4.3.3. Разработка графика проведения работ | 91 |
| 4.4. Бюджет выпускной квалификационной работы (ВКР) | 94 |
| Глава 5. Социальная ответственность. | 100 |
| 5.1. Характеристика объекта исследования (технология производства электроэнергии на ТЭЦ (электрическая часть))..... | 100 |
| 5.2. Производственная безопасность | 101 |
| 5.2.1. Анализ вредных факторов..... | 101 |
| 5.2.2. Анализ опасных факторов..... | 107 |
| 5.3. Экологическая безопасность: | 110 |
| 5.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. | 111 |
| 5.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: | 115 |
| Заключение..... | 117 |
| Список использованной литературы | 118 |
| Приложение А. Программный расчет баланса мощностей..... | 122 |
| Приложение Б. Главная схема электрических соединений ТЭЦ..... | 124 |
| Приложение В. Календарный план график..... | 125 |

Введение

Важную роль в электроэнергетике России играют тепловые электростанции. Они вырабатывают сейчас около 2/3 всей электроэнергии в стране. Теплоэлектроцентраль является разновидностью тепловых электростанций и предназначена для централизованного снабжения промышленных предприятий и городов электроэнергией и теплом.

Теплоэлектроцентрали размещаются только у потребителей, так как радиус передачи тепла невелик. В этих условиях часть нагрузок выдается в местную сеть непосредственно на генераторном напряжении. С этой целью на электростанции создается обычное генераторное распределительное устройство (ГРУ).

Теплоэлектроцентраль — разновидность тепловой электростанции, которая не только производит электроэнергию, но и является источником тепловой энергии в централизованных системах теплоснабжения (в виде пара и горячей воды, в том числе и для обеспечения горячего водоснабжения и отопления жилых и промышленных объектов).

Своим названием этот тип электростанций обязан особенностям принципа работы. Теплоэлектроцентраль является сложным энергетическим комплексом, состоящим из зданий, сооружений, энергетического и иного оборудования: трубопроводов, арматуры, контрольно-измерительных приборов и автоматики. Теплоэлектроцентраль сооружают в городах вблизи от потребителя тепловой энергии.

Электрическая энергия, которая вырабатывается на ТЭЦ, передается к потребителям по ЛЭП, а тепловая энергия по тепломагистралям. КПД электростанции данного типа с учетом расхода энергии на собственные нужды не превышает 0,35 — 0,43.

Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Основной целью дипломного проекта является проектирование электрической части ТЭЦ. Так же в рамках проекта проведено исследование вставки постоянного тока. Чтобы определить является ли проект эффективным необходимо провести анализ с точки зрения финансового менеджмента и теории управления организацией и производством.

Анализ конкурентных технических решений и SWOT анализ будет проведён в рамках специального вопроса, посвященный исследованию вставки постоянного тока. Так же будет определена конкурентоспособность, трудоемкость проводимых работ, создан график проведения работ, произведен расчет стоимости материальных затрат, а также заработной платы, для ВКР. Кроме того, будет сформирован бюджет затрат на проектирование.

4.1. Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

На данном этапе будут оцениваться разработки трех типов:

- Вставка постоянного тока, выполненная на базе статического преобразователя тока(ВПТНСПТ);
- Вставка постоянного тока, выполненная на базе статического преобразователя напряжения(ВПТНСПН);
- Передача на постоянном токе(ППТ).

Таблица 4.1. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | | | Конкурентоспособность | | |
|---|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|-------------|-------------|
| | | $B_{СПН}$ | $B_{СПГ}$ | $B_{ППГ}$ | $K_{СПН}$ | $K_{ППГ}$ | $K_{СПГ}$ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности | | | | | | | |
| 1. Удобность интегрирования в энергосистему | 0,06 | 5 | 4 | 1 | 0,3 | 0,24 | 0,06 |
| 2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) | 0,01 | 4 | 3 | 3 | 0,04 | 0,03 | 0,03 |
| 3. Безопасность | 0,1 | 5 | 3 | 2 | 0,5 | 0,3 | 0,2 |
| 4. Надежность | 0,2 | 5 | 3 | 2 | 1 | 0,6 | 0,4 |
| 5. Возможность ремонта собственными силами | 0,04 | 1 | 2 | 5 | 0,04 | 0,08 | 0,2 |
| 6. Потребность в ресурсах памяти | 0,01 | 5 | 2 | 1 | 0,05 | 0,02 | 0,01 |
| 7. Функциональная мощность | 0,02 | 5 | 4 | 1 | 0,1 | 0,08 | 0,02 |
| 8. Простота эксплуатации | 0,1 | 2 | 3 | 4 | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| 9. Качество интеллектуального интерфейса | 0,02 | 5 | 2 | 2 | 0,7 | 0,03 | 0,02 |
| Экономические критерии оценки эффективности | | | | | | | |
| 1. Конкурентоспособность продукта | 0,04 | 5 | 3 | 1 | 0,2 | 0,12 | 0,04 |
| 2. Уровень проникновения на рынок | 0,04 | 5 | 3 | 2 | 0,2 | 0,12 | 0,08 |
| 3. Цена | 0,1 | 3 | 3 | 4 | 0,3 | 0,3 | 0,4 |
| 4. Предполагаемый срок эксплуатации | 0,07 | 5 | 4 | 3 | 0,3 | 0,28 | 0,21 |
| 5. Финансирование научной разработки | 0,05 | 5 | 3 | 1 | 0,2 | 0,15 | 0,05 |
| 6. Наличие сертификации разработки | 0,04 | 5 | 5 | 5 | 0,1 | 0,2 | 0,2 |
| Итого | 1 | 70 | 49 | 38 | 4,28 | 3,05 | 2,42 |

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot \text{Б}_i \quad (1)$$

K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

Б_i – балл i -го показателя.

Исходя из результатов анализа, вставка постоянного тока, выполненная на базе статического преобразователя напряжения, получила наивысший балл по сравнению с другими конкурентами ($K=4,28$). Это объясняется тем, что данная разработка выполнена по современной технологии – это возможность работы в несимметричной сети, например, во время неисправности сети переменного тока или при наличии существенно несимметричных нагрузок с возможностью ее симметрирования, так же ВПТНСПН обеспечивает лучшую электромагнитную совместимость, что снижает требования к пассивным фильтрам, и возможность активной фильтрации высших гармоник. Это сказывается на эффективности и удобства при эксплуатации. Если рассматривать общую картину анализа, то исследуемая разработка превосходит конкурентов по всем параметрам сравнения.

4.2.SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ ВКР. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для выполнения данного анализа выбрана территория, на которой возможна установка данной разработки. В качестве территории для осуществления проекта выбираем Томскую область. Проектирование вставки постоянного тока для данной местности будет актуально, так как в данное время стоит проблема в объединении энергосистем юга и севера Томска.

Таблица 4.2. Матрица SWOT

| | Сильные стороны данной разработки: | Слабые стороны данной разработки: |
|---|---|--|
| | <p>С1. Удобность интегрирования в энергосистему.</p> <p>С2. Длительный срок эксплуатации.</p> <p>С3. Высокая надежность</p> <p>С3. Современная технология выполнения полностью управляемых полупроводниковых ключей (IGBT транзисторов)</p> | <p>С1. Высокая стоимость разработки</p> <p>С2. Необходимость в высоко квалифицированном персонале</p> |
| <p>Возможности:</p> <p>В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В3. Развитие технологий в данной отрасли</p> | <p>Вставка постоянного тока- это надежная и современная технология, которая может объединить две несинхронно работающие энергосистемы и обеспечить надежную передачу электроэнергии.</p> | <p>Применение данной разработки может повлечь за собой необходимость переквалификации персонала и повышения их компетенций.</p> |
| <p>Угрозы:</p> <p>У1. Появление новых конкурентных разработок.</p> <p>У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства.</p> | <p>Вставка постоянного тока, выполненная на схеме статического преобразователя напряжения в скором времени, вытеснит с рынка своих конкурентов</p> | <p>Наиболее значимым минусом в использовании данной разработки является его высокая цена, что при низком спросе на новые технологии может привести к отклонению проекта.</p> |

Проанализировав полученную интерактивную матрицу проекта, можно наблюдать, что интегрирование вставки постоянного тока выполненной на статическом преобразователе напряжения в энергосистему, будет увеличена надежность режима передачи электроэнергии, пропускная способность элементов сети. Данный проект имеет и свои минусы, объясняющиеся высокой стоимостью оборудования, но, когда вопрос касается надежности, нужно помнить, что правильное решение, это инвестирование в новое и эффективное оборудование.

4.3. Планирование выпускной квалификационной работы(ВКР)

4.3.1. Структура работ в рамках ВКР

Для выполнения исследований формируется рабочая группа, в составе которой руководитель проекта и инженер. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

Составляем перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проводим распределение исполнителей по видам работ. Результат представлен в таблице 4.3.

Таблица 4.3. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| № | Описание работы | Исполнитель |
|----|---|-------------------------------|
| 1 | Разработка технического задания | Руководитель проекта |
| 2 | Выбор и изучение материалов и документов | Инженер |
| 3 | Подбор направления исследования | Руководитель проекта, инженер |
| 4 | Календарное планирование по теме | Руководитель проекта |
| 5 | Проектирование электрической части ТЭЦ: Выбор турбогенератора | Инженер |
| 6 | Проектирование электрической части ТЭЦ: Расчет продолжительных режимов | Инженер |
| 7 | Проектирование электрической части ТЭЦ: полное описание варианта и выбранного расчетного присоединения | Инженер |
| 8 | Проектирование электрической части ТЭЦ: выбор коммутационных аппаратов в цепях расчетного присоединения | Инженер |
| 9 | Проектирование электрической части ТЭЦ: проектирование измерительной подсистемы | Инженер |
| 10 | Исследование вставки постоянного тока | Инженер |
| 11 | Оценка результатов | Руководитель проекта |
| 12 | Обработка документации | Инженер |
| 13 | Составление отчета по проекту | Инженер |

4.3.2. Определение трудоемкости работ

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (1)$$

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

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (2)$$

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

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

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

4.3.3. Разработка графика проведения работ

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни.

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

Пример расчета (составление и утверждение технического задания):

$$t_{ожс} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \approx 2 \text{ чел} - \text{дней};$$

$$T_p = \frac{t_{ожс}}{Ч} = \frac{2}{1} = 2 \text{ дня};$$

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{366 - 116 - 14} = 1,553;$$

Таблица 4.4. Временные показатели проведения научного исследования

| № п/п | Перечень работ | Трудоемкость, чел.-дней. | Количество исполнителей | Длительность, чел.-дней.(раб.) | Длительность, чел.-дней.(календ.) |
|-------|--|--------------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Разработка технического задания | 2 | 1 | 2 | 4 |
| 2 | Выбор и изучение материалов и документов | 7 | 1 | 7 | 11 |
| 3 | Подбор объекта исследования | 4 | 2 | 4 | 7 |
| 4 | Календарное планирование по теме | 4 | 1 | 4 | 7 |
| 5 | Проектирование электрической части ТЭЦ: Выбор турбогенератора | 5 | 1 | 5 | 8 |
| 6 | Проектирование электрической части ТЭЦ: Расчет продолжительных режимов | 6 | 1 | 6 | 10 |
| 7 | Проектирование электрической части ТЭЦ: полное описание варианта и выбранного расчетного присоединения | 5 | 1 | 5 | 8 |
| | Проектирование электрической части ТЭЦ: выбор коммутационных аппаратов | | | | 8 |

Продолжение таблицы 4.4.

| | | | | | |
|----|---|----|---|----|----|
| 9 | Проектирование электрической части ТЭЦ; проектирование измерительной подсистемы | 5 | 1 | 5 | 8 |
| 10 | Спец.вопрос. Исследование вставки постоянного тока | 20 | 1 | 20 | 32 |
| 11 | Оценка результатов | 4 | 1 | 4 | 7 |
| 12 | Обработка документации | 7 | 1 | 7 | 11 |
| 13 | Составление отчета по проекту | 8 | 1 | 8 | 13 |

Таблица 4.5. Данные по рабочим дням

| | Кол-во дней |
|---|-------------|
| Общее количество рабочих дней для выполнения работы | 82 |
| Общее количество рабочих дней, в течение которых работал инженер | 68 |
| Общее количество рабочих дней, в течение которых работал руководитель проекта | 14 |

Строим календарный план-график, который представлен в приложении В.

На данном этапе работы был спланирован поэтапный график выполнения ВКР, для которого были определены сроки выполнения каждой стадии работ. Построен график Ганта, который наглядно показывает

следование выполнения этапов дипломного проектирования, исходя из отведенных сроков.

4.4. Бюджет выпускной квалификационной работы (ВКР)

При планировании бюджета ВКР должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета ВКР используется следующая группировка затрат по статьям:

Для того, чтобы запланировать бюджет ВКР необходимо рассмотреть все виды расходов, которые связаны с его выполнением. При формировании бюджета НИИ 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 с помощью которого выполнялась работа.

Срок эксплуатации ноутбука 4 года. Отсюда следует, что норма амортизации равна:

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

$$K = \frac{1}{4} \cdot 100\% = 25\%$$

где n – срок полезного использования в годах.

Найдем амортизацию:

$$A = \frac{K \cdot I}{12 \cdot 30} \cdot m_p$$

$$A = \frac{0,25 \cdot 40}{12 \cdot 30} \cdot 68 = 1888,9 \text{ руб.}$$

где И – итоговая сумма в тыс. руб.;

m – время использования в днях.

Основная заработная плата исполнителей

Статья включает основную заработную плату работников и дополнительную зарплату.

$$Z_{\text{зн}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}$$

где $Z_{\text{осн}}$ - основная зарплата;

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

По формуле рассчитаем основную зарплату руководителя проекта:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p$$

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

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

Рассчитаем среднедневную заработную плату по формуле:

Для 6 – дневной недели (инженер):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{26520 \cdot 10,4}{247} = 1116,6 \text{ руб.},$$

Для 6 – дневной недели (руководитель проекта):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{38025 \cdot 10,4}{247} = 1601,05 \text{ руб.}$$

где Z_M - месячный должностной оклад работника, руб.:

Для руководителя проекта:

$$Z_M = Z_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{нр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_p = 19500 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 38025 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$Z_M = Z_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{нр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_p = 13600 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 26520 \text{ руб.}$$

где $Z_{\text{мс}}$ - зарплата по тарифной ставке, руб.;

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

k_{∂} - 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_{∂} - действительный годовой фонд рабочего времени научно – технического персонала, раб. дн.

Сведем расчет основной заработной платы в таблицу 5.6.

Таблица 4.6. Расчет основной заработной платы

| Исполнители | Z_{mc} , руб. | k_{np} | k_{∂} | k_p | Z_M , руб. | $Z_{\partial n}$, руб. | T_p , раб. дн. | $Z_{осн}$, руб. |
|-------------------------|--------------------|----------|----------------|-------|-----------------|----------------------------|------------------------|---------------------|
| Руководитель проекта | 19500 | 0,3 | 0,2 | 1,3 | 38025 | 1601,05 | 14 | 22456,7 |
| Инженер | 13600 | 0,3 | 0,2 | 1,3 | 26520 | 1116,6 | 68 | 69229,2 |
| Итого: | | | | | | | | 91685,9 |

Дополнительная заработная плата исполнителей

По формуле найдем дополнительную заработную плату:

Руководитель проекта: $Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 22456,7 = 3368,505 \text{ руб.}$,

Инженер: $Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 69229,2 = 10384,38 \text{ руб.}$,

где $k_{доп}$ - коэффициент дополнительной заработной платы.

Отчисления во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды определим по формуле:

Руководитель проекта:

$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,271 \cdot (22456,7 + 3368,505) = 6998,6 \text{ руб.}$,

Проектировщик:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{дон}) = 0,271 \cdot (69229,2 + 10384,38) = 21575,3 \text{ руб.},$$

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:

Руководитель проекта:

$$Z_{накл} = k_{нр} \cdot (\text{сумма статей } 1 \div 4) = 0,16 \cdot (1888,9 + 22456,7 + 3368,505 + 6998,6) = 5554,032 \text{ руб.}$$

Инженер:

$$Z_{накл} = k_{нр} \cdot (\text{сумма статей } 1 \div 4) = 0,16 \cdot (1888,9 + 69229,2 + 10384,38 + 21575,3) = 16492,4 \text{ руб.},$$

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

Формирование бюджета затрат ВКР

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

Таблица 4.7. Бюджет затрат ВКР

| Наименование статьи | Сумма, руб | % |
|--|------------|-------|
| Затраты по основной заработной плате исполнителей темы | 91685,9 | 58,27 |
| Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 13752,885 | 8,74 |
| Отчисления во внебюджетные фонды | 28573,9 | 18,15 |

| | | |
|-------------------|------------|-------|
| Амортизация | 1888,9 | 1,2 |
| Накладные расходы | 21442 | 13,64 |
| Бюджет затрат ВКР | 157345,585 | 100 |

Можно сделать вывод, что бюджет затрат ВКР равен 157345,585 руб. Как и упоминалось ранее основной процент бюджета затрат ВКР составляет основная заработная плата – 58,27 %, а самый малый процент занимает амортизация – 1,2%.

В ходе выполнения дипломного проекта были решены следующие задачи:

- оценен коммерческий потенциал и перспективность вставки постоянного тока выполненной на базе статического преобразователя напряжения. Если говорить о данной разработке, то ее использование будет куда эффективнее, чем использование вставки постоянного тока выполненной на базе статического преобразователя тока, так как она имеет ряд преимуществ:

1. Высокое быстродействие регулирования активной и реактивной мощности (полное круговое перемещение в четырех квадрантах).

2. Возможность работы в несимметричной сети, например, во время неисправности сети переменного тока или при наличии существенно несимметричных нагрузок с возможностью ее симметрирования.

3. СПН обеспечивает лучшую электромагнитную совместимость, что снижает требования к пассивным фильтрам, и

возможность активной фильтрации высших гармоник.

- составлен план и график работ выпускной квалификационной работы;
- определен бюджет ВКР, а именно: основная и дополнительная заработные платы исполнителей темы, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы.

Анализ полученных решений показывает, что проектируемая разработка является конкурентоспособной и отвечает всем современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.