

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

---

Институт Энергетический (ЭНИИ)  
Направление подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника  
Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Проектирование системы электроснабжения электротехнического завода</b>

УДК 621.31.031:621.3.013

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Гордынский Евгений Игоревич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Оразбекова А.К.			

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сергейчик С.И.	К.Т.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дашковский А.Г.	К.Т.Н., доцент		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>Электроснабжение промышленных предприятий</b>	<b>Сурков М.А.</b>	<b>К.Т.Н., доцент</b>		

Томск – 2017 г

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

Институт Энергетический (ЭНИИ)  
 Направление подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника  
 Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

УТВЕРЖДАЮ:  
 И.о. Зав. кафедрой  
 \_\_\_\_\_ **Сурков М.А.**  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

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

В форме:

<b>Бакалаврской работы</b>
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5А36	Гордынскому Евгению Игоревичу

Тема работы:

<b>Проектирование системы электроснабжения электротехнического завода</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	15.02.17, №970/с

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><i>Объектом исследования является трансформаторный цех электротехнического завода. В качестве исходных данных представлены:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- генеральный план завода;</li> <li>- план трансформаторного цеха;</li> <li>- сведения об электрических нагрузках отдельных цехов;</li> <li>- сведения об электрических нагрузках трансформаторного цеха.</li> </ul>
<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; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- постановка задачи проектирования;</li> <li>- проектирование системы электроснабжения рассматриваемого завода;</li> <li>- детальное рассмотрение особенностей трансформаторных подстанций в системах электроснабжения с последующим выбором цеховых трансформаторов;</li> <li>- обсуждение результатов выполненной работы;</li> <li>- разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»;</li> <li>- разработка раздела «Социальная ответственность»;</li> <li>- заключение.</li> </ul>

<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)	- картограмма электрических нагрузок предприятия; - план внутриводского электроснабжения; - однолинейная схема инструментального цеха.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Сергейчик Сергей Иванович
«Социальная ответственность»	Дашковский Анатолий Григорьевич
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	13.02.17
---	----------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Оразбекова А.К.			13.02.17

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Гордынский Евгений Игоревич		13.02.17

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

Студенту:

Группа	ФИО
5А36	Гордынскому Евгению Игоревичу

Институт	Энергетический	Кафедра	Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, финансовых и человеческих ресурсов.	Материальные затраты, основная заработная плата, дополнительная заработная плата, отчисления, накладные расходы.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов.	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений	В соответствии с Налоговым кодексом РФ ЕСН=30 %

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

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Расчет временных показателей проведение исследования ТП. Составление календарного план-графика
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет коэффициентов: весовой коэф., коэф. отчислений на уплату во внебюджетные фонды

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

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджета НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	11.05.17
---	----------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сергейчик С.И.	К.Т.Н., доцент		11.05.17

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Гордынский Евгений Игоревич		11.05.17

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМЫ  
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ЗАВОДА»**

Студенту:

Группа	ФИО
5А36	Гордынский Евгений Игоревич

Институт	ЭНИН	Кафедра	Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

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

1. Описание рабочего места (территория электротехнического завода и трансформаторный цех)	- Цеха и подсобные помещения (склад, бытовка) - Инженерный центр
2. Ознакомление и отбор законодательных и нормативных документов по теме и отбор их.	-Федеральный закон РФ от 22.07.2008г. №123 ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» -Федеральный закон РФ от 28.12.2013г. №426 ФЗ «О специальной оценке условий труда»

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

1. Анализ вредных факторов проектируемой производственной среды	- Микроклимат (трансформаторный цех) - Освещение (трансформаторный цех) - Шум ( трансформаторный цех) -Электромагнитные поля (трансформаторный цех) - Вибрация (трансформаторный цех)
2. Анализ выявленных опасных факторов	- Электробезопасность оборудования (двигателей, трансформаторов и т.д.)
3. Охрана окружающей среды	-Бытовые отходы, исчерпавшие ресурс средства оргтехники и т.п. -Утилизация отходов
4. Защита в чрезвычайных ситуациях	- Пожар (рабочее место при проектировании завода)
5. Правовые вопросы обеспечения социальной гарантии при травме на рабочем месте	-Федеральный закон от 24.07.1998 года №125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» - ст 184 ТК РФ
<b>Перечень графических материалов</b>	План эвакуации
<b>Дата выдачи задания по линейному графику</b>	10.05.17

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Дашковский А.Г.	к.т.н., доцент		10.05.17

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Гордынский Евгений Игоревич		10.05.17

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 126 с., 19 рис., 58 табл., 35 источников, 3 приложения.

Ключевыми словами являются: расчетная нагрузка, картограмма нагрузок, выбор трансформаторов, компенсация реактивной мощности, электроснабжение цеха, выбор электроприемников, проверка электроприемников, однолинейная схема, ресурсоэффективность, ресурсосбережение, социальная ответственность.

В электротехническом заводе, трансформаторный цех является объектом исследования.

Цель работы: разработать систему электроснабжения промышленного предприятия. Экономически обосновать принятые решения.

Проводя исследование, на основе исходных данных, произведен выбор метода расчета, осуществился расчет электрических нагрузок завода и рассматриваемого цеха, подбор электроприемников и их проверка в зависимости от режима работы.

Итогом исследования является, спроектированная конкретная модель электроснабжения промышленного предприятия, показана безопасность для окружающей среды и экономическая целесообразность.

Ключевые конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: проектируемый завод состоит из пятнадцати цехов, шесть из которых относятся ко второй категории по степени надежности электроснабжения; напряжение питающей линии 110 кВ; рабочие напряжения внутри завода: 10, 0,4 кВ; внутризаводская сеть обладает смешанной схемой электроснабжения.

По степени внедрения в промышленность, проектируемая схема электроснабжения, является рабочей для многих предприятий машиностроения.

Область применения: среднее машиностроение с нормальной средой в производственных помещениях.

Экономическая эффективность работы заключается в том, что на стадии проектирования мы оптимизируем затраты на электрическую энергию, закладываем возможность увеличения производственных мощностей предприятия.

По интегральному показателю, произведена оценка ресурсоэффективности и она оказалась высокой (4.85 из 5). Это означает, что реализация технического проекта будет эффективна.

## Оглавление

Введение .....	10
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	82
3.1. SWOT-анализ работы трансформаторного цеха электротехнического завода .....	82
3.2. Организация работ технического проекта .....	85
3.2.1. Структура работ в рамках технического проектирования .....	85
3.2.2. Определение трудоемкости выполнения технического проекта .....	87
3.2.3. Разработка графика проведения технического проектирования .....	89
3.3. Определение сметы затрат на технический проект.....	91
3.3.1. Расчет материальных затрат .....	91
3.3.2. Полная заработная плата исполнителей темы .....	92
3.3.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .....	94
3.3.4. Накладные расходы .....	94
3.4. Формирование сметы технического проекта.....	95
3.5. Определение ресурсоэффективности проекта.....	95



## Введение

Целью проектирования является:

1. Расчет нагрузки трансформаторного цеха.
2. Определение расчетных нагрузок всего завода по расчетным активным и реактивным нагрузкам цехов с учетом расчетной нагрузки освещения цехов и территории завода.
3. По имеющимся расчетным данным построить картограмму электрических нагрузок для определения места положения ГПП на территории завода.
4. Рассчитать схему внутривзаводского электроснабжения. Чтобы это осуществить необходимо, выбрать число и мощности цеховых трансформаторных подстанций. Для их соединения и питания проводники. Потери в кабельных линиях и в цеховых ТП.
6. Рассчитать компенсацию реактивной мощности.
5. Разработать схему внешнего электроснабжения: выбор и расчет напряжения питающей завод сети, сечения проводов, выбор мощности трансформаторов ГПП. Все это проводится с учетом надежности электроснабжения, то есть питающая линия – двухцепная, а ГПП представляет собой двухтрансформаторную подстанцию.
6. Для проверки правильности выбора сечений проводников и выбора устройств защиты, цеховых ТП, рассчитываются токи короткого замыкания в сети выше 1кВ.
7. Произвести разработку сети до 1000 В, в нее включается: выбор токоведущих частей, распределение потребителей по пунктам питания, выбор распределительных пунктов. Расчет токов короткого замыкания в сети ниже 1000 В, выбор аппаратов защиты. Проверить правильность выбора защитных аппаратов и селективность их действия, возможно с помощью построения карты селективности действия защитных аппаратов.

Построение эпюр отклонения напряжения от ГПП до наиболее удаленного ЭП.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» мы осуществляем оценку технического проекта. Это возможно осуществить с помощью SWOT-анализа электротехнического завода. Все виды работ по дипломному проектированию, так же будут рассмотрены в данном разделе.

Анализ вредных и опасных факторов, защита окружающей среды, оценка условий труда и пожарная безопасность, рассматриваются в разделе «Социальная ответственность».

### **3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.**

Целью данного раздела является обоснование целесообразного использования технического проекта, выполняемого в рамках выпускной квалификационной работы, при этом рассматриваются планово-временные и материальные показатели процесса проектирования.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

1. Составление SWOT-анализа проектировки трансформаторного цеха электротехнического завода;
2. Планирование технико-конструкторских работ;
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей) эффективности проекта.

#### **3.1. SWOT-анализ работы трансформаторного цеха электротехнического завода.**

SWOT - анализ является инструментом стратегического менеджмента. Представляет собой комплексное исследование технического проекта.

SWOT - анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Применительно к проектируемой АСР уровня, SWOT-анализ позволит оценить сильные и слабые стороны проекта, а также его возможности и угрозы.

Для проведения SWOT-анализа составляется матрица SWOT, в которую записываются слабые и сильные стороны проекта, а также возможности и угрозы.

При составлении матрицы SWOT удобно использовать следующие обозначения: С – сильные стороны проекта; Сл – слабые стороны проекта; В – возможности; У – угрозы.

Матрица SWOT приведена в таблице 3.1.1.

Таблица 3.1.1 - Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны проекта:</b> С1. Высокая энергоэффективность и энергосбережение технологии.  С2. Экологичность технологии.  С3. Квалифицированный персонал.  С4. Повышение безопасности производства  С5. Уменьшение затрат на ремонт оборудования	<b>Слабые стороны проекта:</b>  Сл1. Трудность монтажа системы  Сл2. Дороговизна оборудования  Сл3. Сложность эксплуатации электрооборудования
<b>Возможности:</b>  В1. Увеличение производительности электрооборудования  В2. Появление дополнительной автоматизированной системы управления внутрицеховой структуры  В3. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые на производстве электротехнического завода  В4. Появление более простых универсальных электрических систем внутризаводской и внутрицеховой сети	В1С1С2С3С4;  В2С1С5;  В3С5;  В4С1С4С5;	В2Сл1Сл2;  В3Сл2;  В4Сл1Сл2Сл3;
<b>Угрозы:</b> У1. Отсутствие спроса на технологии производства  У2. Ограничения на экспорт технологии  У3. Введения дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации продукции У4. Угрозы выхода из строя сложного энергоемкого оборудования	У1С3;  У3С5;	У1Сл1Сл2;  У3Сл2;  У4Сл1Сл3;

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации.

При построении интерактивных матриц используются следующие обозначения:

«+» – сильное соответствие;

«-» – слабое соответствие;

Таблица 3.1.2 – Интерактивная матрица возможностей

Возможности	Сильные стороны проекта					
		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	+	+	+	-
	В2	+	-	-	+	-
	В3	-	+	-	-	+
	В4	+	+	-	+	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	-	-
	В1	-	-	-		
	В2	+	+	+		
В3	-	+	-			
В4	-	-	-			

Таблица 3.1.3 – Интерактивная матрица угроз

Угрозы	Сильные стороны проекта					
		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	-	+	-	-
	У2	+	-	-	+	-
	У3	-	-	-	+	+
	У4	+	-	+	-	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	-	-
	У1	+	+	-		
	У2	-	-	+		
У3	-	+	+			
У4	-	-	+			

В результате проведения SWOT-анализа были выявлены сильные и

слабые стороны выбора технического проекта, проведена оценка надежности и возможностей данного проекта. Было установлено, что технический проект имеет несколько важных преимуществ (высокая энергоэффективность, повышенная безопасность производства), обеспечивающих повышение производительности, безопасности, экологичности и экономичности технического производства, но не смотря на все это в данном проекте есть и слабые стороны. Одной из таких является трудность монтажа системы, что является большим минусом при реализации проекта. Для того составляются интерактивные матрицы возможностей и угроз. Анализ интерактивных матриц, приведенных в таблицах 3.1.2 и 3.1.3, показывает соответствие сильных сторон с возможностями, нежели с угрозами. Кроме того, угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

### **3.2. Организация работ технического проекта**

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

1. Определение структуры работ в рамках технического проектирования;
2. Определение участников каждой работы;
3. Установление продолжительности работ;
4. Построение графика проведения проектирования системы электроснабжения электротехнического завода.

#### **3.2.1. Структура работ в рамках технического проектирования**

Для выполнения проектирования формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и дипломник. На каждый вид запланированных работ установлена соответствующая должность исполнителей.

Номерам этапов соответствуют следующие виды выполняемых работ, представленные в таблице 3.2.1.

Таблица 3.2.1 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления технического проектирования завода	2	Подбор и изучение материалов по теме	Дипломник
Расчеты и проектирование системы электроснабжения цеха №2 электротехнического завода	3	Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия	Дипломник
	4	Проектирование системы внутризаводского электроснабжения	Дипломник совместно с научным руководителем
	5	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	Дипломник совместно с научным руководителем
Обобщение и оценка результатов	6	Оценка эффективности полученных результатов	Дипломник совместно с научным руководителем
Оформление отчета по техническому проектированию	7	Составление пояснительной записки	Дипломник
	8	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Научный руководитель
Защита выпускной квалификационной работы	9	Подготовка к защите ВКР	Дипломник совместно с научным руководителем

№ 1 – составление и утверждение технического задания – включает в себя изучение первичной информации об объекте, формулировку требований к техническому проекту, составление задания и плана на работу;

№ 2 – Подбор и изучение материалов по теме – ознакомление с предметом работы, изучение различных источников, касающихся различных сторон технического проекта;

№ 3 – Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия – расчет электрических нагрузок методом коэффициента спроса;

№ 4 – Проектирование системы внутризаводского электроснабжения – выбор конфигурации схемы электроснабжения, расчет суммарных

электрических нагрузок, выбор высоковольтного оборудования;

№ 5 – Проектирование системы внутрицехового электроснабжения – расчет нагрузок по цеху с учетом загруженности всех электроприемников, выбор защитной аппаратуры;

№6 – Оценка эффективности полученных результатов – проверка соответствия выполненного проекта исходным требованиям с учетом ресурсо- и энергоэффективности;

№ 7 – Составление пояснительной записки – оформление результатов проектной деятельности;

№ 8 - Проверка выпускной квалификационной работы руководителем - в рамках учебно-практической работы, включает в себя окончательную проверку руководителем, устранение недочетов дипломником, подготовку к защите и защиту проекта

№9 – Подготовка к защите ВКР – подготовка презентации и ответного слова, согласование с преподавателем для защиты перед аттестационной государственной комиссией.

### **3.2.2. Определение трудоемкости выполнения технического проекта**

Трудоемкость выполнения технического проектирования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула [9]:

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

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.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

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

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

$t_{\text{ож}i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Минимальное  $t_{\min}$  и максимальное время  $t_{\max}$  получены на основе экспертных оценок.

В таблице 3.2.2 приведены ожидаемая трудоемкость и время выполнения работ.

Таблица 3.2.2 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	
	$t_{min}$ , чел-дни		$t_{max}$ , чел-дни		$t_{ожг}$ , чел-дни			
	Науч. рук-ль	Дипломник	Науч. рук-ль	Дипломник	Науч. рук-ль	Дипломник	Науч. рук-ль	Дипломник
Составление и утверждение технического задания	1	-	2	-	1,4	-	2	-
Подбор и изучение материалов по теме	-	3	-	5	-	3,8	-	4
Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия	-	20	-	25	-	22	-	22
Проектирование системы внутризаводского электроснабжения	1	23	4	28	2,2	25	2	25
Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	1	23	4	28	2,2	25	2	25
Оценка эффективности полученных результатов	1	4	2	6	1,4	4,8	2	5
Составление пояснительной записки	-	6	-	10	-	7,6	-	8
Проверка выпускной квалификационной работы	1	-	2	-	1,4	-	2	-
Исправление ошибок	-	2	-	4	-	2,8	-	3
Подготовка к защите ВКР	2	3	4	6	2,8	4,2	3	5

### 3.2.3 Разработка графика проведения технического проектирования

Наиболее удобным и наглядным в данном случае является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ [5]. График строится для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках технического проекта, с разбивкой по месяцам и декадам за период времени подготовки ВКР. На основе таблицы 3.2.2 строим план-график проведения работ (таблица 3.2.3).

Таблица 3.2.3 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работ	Исполнитель работ	T <sub>рi</sub> , раб. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				Февр.		Март			Апрель			Май			июнь
				1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	2
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель	2	■											
2	Подбор и изучение материалов по теме	Дипломник	4	■											
3	Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия	Дипломник	22	■	■	■									
4	Проектирование системы внутризаводского электроснабжения	Дипломник	25			■	■	■	■						
		Научный руководитель	2					■	■						
5	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	Дипломник	25					■	■	■	■				
		Научный руководитель	2							■	■				
6	Оценка эффективности полученных результатов	Дипломник	5									■	■		
		Научный руководитель	2									■	■		
7	Составление пояснительной записки	Дипломник	8									■	■	■	
8	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Научный руководитель	2										■	■	
9	Исправление ошибок	Дипломник	3												■
10	Подготовка к защите ВКР	Дипломник	5												
		Научный руководитель	3												

Исходя из составленной диаграммы, можно сделать вывод, что продолжительность работ занимает 12 декад, начиная со второй декады февраля, заканчивая первой декадой июня. Учитывая вероятностный характер оценки трудоемкости, реальная продолжительность работ может быть как меньше (при благоприятном стечении обстоятельств), так и несколько превысить указанную продолжительность (при неблагоприятном стечении обстоятельств).

Далее, по диаграмме Ганта можно предварительно оценить показатели рабочего времени для каждого исполнителя.

Продолжительность выполнения проекта в рабочих днях составит 110 дней. Из них:

- 97 дней – продолжительность выполнения работ дипломником;
- 13 дней – продолжительность выполнения работ руководителем;

### **3.3. Определение сметы затрат на технический проект**

Смета затрат представляет собой полный расчет затрат на создание технического проекта.

Смета затрат включает в себя следующие статьи:

- Материальные затраты
- Полную заработную плату исполнителей технического проекта
- Отчисления во внебюджетные фонды
- Накладные расходы

#### **3.3.1. Расчет материальных затрат**

В материальные затраты включают дополнительные затраты на канцелярские принадлежности, информационные носители, картриджи и т.п.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расх}i} ,$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию (натур.ед.);

$Ц_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./натур.ед.);

Таблица 3.3.1 – Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, ( $Z_m$ ), руб.
Бумага	1	250	250
Ручка	2	84	168
Папка	1	50	50
Калькулятор	1	722	710
Линейка	1	22	22
Итого			1200

При расчете материальных затрат не учитывались транспортные расходы, т.к. данные канцелярские принадлежности были доставлены на рабочее место самими исполнителями технического проекта (дипломником и научным руководителем).

### 3.3.2. Полная заработная плата исполнителей темы

Полная заработная плата включает основную и дополнительную заработную плату и определяется как:

$$Z_{полн} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Основная заработная плата  $Z_{осн}$  рассчитывается по формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата работника, руб.;

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{тс}} + Z_{\text{допл}} + Z_{\text{р.к.}}}{F_{\text{д}}},$$

где  $Z_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$Z_{\text{допл}}$  – доплата за руководство расчетного проектирования, руб.;

$Z_{\text{р.к.}}$  – доплата с учетом районного коэффициента  $K_{\text{рк}}=1,3$ , руб.;

$F_{\text{д}}$  – фонд рабочего времени персонала, раб. дн.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 3.3.2.1.

Таблица 3.3.2.1- Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$ , руб.	$Z_{\text{допл}}$ , руб.	$Z_{\text{р.к.}}$ , руб.	$Z_{\text{м}}$ , руб.	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Руководитель	23264	2200	7639	33103	1273,1	13	16600
Дипломник	8022	4000	3607	15629	601,1	97	58300
Итого							74900

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей проекта учитывают выплаты связанные с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}},$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Расчет дополнительной и полной заработной платы приведен в таблице 3.3.2.2.

Таблица 3.3.2.2 – Расчет дополнительной и полной заработной платы

Исполнители	$k_{\text{доп}}$	$Z_{\text{осн}}$ , руб.	$Z_{\text{доп}}$ , руб.	$Z_{\text{полн}}$ , руб.
Руководитель	0,15	16600	2500	19100
Дипломник	0,12	58300	7000	65300
Итого $Z_{\text{осн}}$ , руб.		74900	9500	84400

### 3.3.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

На 2015 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2 %.

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$Z_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot (74900 + 9500) = 25500 \text{ руб.}$$

### 3.3.4. Накладные расходы

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

материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{\text{нр}},$$

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

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16%.

### 3.4. Формирование сметы технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции.

Определение суммы затрат на технический проект приведено в таблице 10.

Таблица 3.4.1 – Смета затрат технического проекта

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Доля, %
1. Материальные затраты	1,2	0,9
2. Затраты по полной заработной плате исполнителей темы	84,4	63,9
3. Отчисления во внебюджетные фонды	25,5	19,2
4. Накладные расходы	21,5	16,0
Итого	132,5	100,0

Смета затрат на разработку технического проекта составляет 132,5 тыс.руб, из которых более половины (63,9 %) составляют затраты на оплату труда. Все результаты проекта оказались ожидаемы и могут быть реализованы.

### 3.5. Определение ресурсоэффективности проекта

Определение ресурсоэффективности проекта можно оценить с



помощью интегрального критерия ресурсоэффективности:

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

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

$a_i$  – весовой коэффициент разработки;

$b_i$  – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Для оценки ресурсоэффективности проекта были подобраны критерии эффективности такие как: экономичность, гибкость, безопасность, обеспечение надлежащего качества электроэнергии, надежность.

1. Экономичность - оптимизация затрат на электрическую часть предприятия на стадии проектирования приводит к их уменьшению на доли процентов, в абсолютном же измерении речь идет об экономии значительных средств.

2. Гибкость – возможность наращивания производственной мощности предприятия, при вводе более мощного оборудования.

3. Под обеспечением надлежащего качества электроэнергии понимается поставка потребителю электроэнергии соответствующей по характеристикам определенным в ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

4. Безопасность - это свойство системы электроснабжения сохранять с некоторой вероятностью безопасное состояние при выполнении заданных функций в условиях, установленных нормативно-технической документацией (монтаж, эксплуатация и проведение ремонтных работ).

5. Надежность - бесперебойное снабжение электроэнергией в пределах допустимых показателей ее качества и исключение ситуаций, опасных для людей и окружающей среды.

Критерии ресурсоэффективности и их количественные характеристики приведены в таблице 3.5.1.

Таблица 3.5.1 - Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка разработки
1. Обеспечение надлежащего качества электроэнергии	0,25	5
2. Надежность	0,10	5
3. Безопасность	0,25	5
4. Экономичность	0,15	4
5. Гибкость	0,25	5
Итого:	1,00	

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности технического проекта составит:

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,25 = 4,85$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение (по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта. Высокие баллы надежности, гибкости и безопасности позволяют судить о надежности системы.

В результате выполнения поставленных задач по данному разделу, можно сделать следующие выводы:

- в результате проведения SWOT-анализа были выявлены как сильные, так и слабые стороны технического проекта. Установлен один недостаток – трудность монтажа системы, который представляет угрозу для реализации технического проекта. В таких случаях используют интерактивные матрицы возможностей и угроз. Проанализировав данные матрицы, было установлено, что соответствия угроз с сильными и слабыми сторонами имеют низкую вероятность, что нельзя сказать о возможностях. В итоге следует, что данный технический проект имеет несколько важных преимуществ, таких как высокая безопасность производства и энергоэффективность, которые обеспечат повышение производительности, безопасности и экономичности технического производства.

- при планировании технических работ был разработан график

занятости для двух исполнителей (научного руководителя, дипломника), составлена ленточная диаграмма Ганта. Данная диаграмма позволяет более качественно оценить и спланировать время работы исполнителей проекта.

- составление сметы технического проекта позволило оценить первоначальную сумму затрат на реализацию технического проекта. По этим данным можно определить, стоит ли проводить дополнительные мероприятия по оптимизации затрат на проект или нет.

- оценка ресурсоэффективности проекта, проведенная по интегральному показателю, дала довольно высокий результат (4,85 из 5), что говорит об эффективности реализации технического проекта.

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод о том, что реализация данного технического проекта позволяет увеличить эффективность электротехнического завода.