

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

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжения промышленных предприятий (ЭПП)

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Оптимизация режимов работы электрической сети
УДК 621.311.1.004(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ4Е	Елфимов Илья Игоревич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭПП	Шутов Е.А.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Грахова Е.А.			

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭПП	Завьялов В.М.	д.т.н., профессор		

Запланированные результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
P1	<i>Совершенствовать</i> и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности, обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности.
P2	<i>Свободно пользоваться русским и иностранным языками</i> как средством делового общения, способностью к активной социальной мобильности.
P3	<i>Использовать</i> на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и производственных работ, в управлении коллективом, использовать знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности.
P4	<i>Использовать</i> представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки, готовностью вести работу с привлечением современных информационных технологий, синтезировать и критически резюмировать информацию.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P5	<i>Применять углубленные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания</i> в междисциплинарном контексте в инновационной инженерной деятельности в области электроэнергетики и электротехники.
P6	Ставить и <i>решать инновационные задачи</i> инженерного анализа в области электроэнергетики и электротехники с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности.
P7	Выполнять <i>инженерные проекты</i> с применением оригинальных методов проектирования для достижения новых результатов, обеспечивающих конкурентные преимущества электроэнергетического и электротехнического производства в условиях жестких экономических и экологических ограничений.
P8	Проводить инновационные <i>инженерные исследования</i> в области электроэнергетики и электротехники, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов.
P9	Проводить 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.
P10	Проводить <i>монтажные, регулировочные, испытательные, наладочные работы</i> электроэнергетического и электротехнического оборудования.
P11	<i>Осваивать новое</i> электроэнергетическое и электротехническое оборудование; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт.
P12	Разрабатывать рабочую <i>проектную и научно-техническую документацию</i> в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами; организовывать метрологическое обеспечение электроэнергетического и электротехнического оборудования; составлять <i>оперативную документацию</i> , предусмотренную правилами технической эксплуатации оборудования и организации работы.

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

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ЭПП

(Подпись)

(Дата)

Завьялов В.М.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
5AM4E	Елфимов Илья Игоревич

Тема работы:

Оптимизация режимов работы электрической сети

Утверждена приказом директора (дата, номер)

04.02.2016 г. № 764/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

1. Схема электроснабжения исследуемого района
2. Тип и паспортные данные кабельных линий и трансформаторов
3. Данные о нагрузке трансформаторных подстанций
4. Тип и стоимость конденсаторных батарей

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>	1. Анализ решаемой задачи на основе обзора опубликованных результатов исследований и ее актуальность. 2. Анализ исходных данных и построение математической модели необходимой для исследования. 3. Разработка программы исследований. 4. Выполнение исследований согласно разработанной программе. 5. Анализ результатов исследований и обоснование на их основе рекомендации по оптимизации исследуемого участка электрической сети.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Схема системы электроснабжения исследуемого участка сети 2. Структурная схема устройства автоматического переключения однофазных нагрузок 3. Пример реализации алгоритма на функциональных блоках (FBD)
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Грахова Е.А.
Социальная ответственность	Дашковский А.Г.
Раздел на иностранном языке	Матухин Д.Л.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Характеристика объектов исследования	
Мероприятия по нормализации качества и снижению потерь электроэнергии, обусловленных несимметрией токов и напряжений в городских распределительных сетях	
Целесообразность установки компенсирующих устройств на исследуемом участке сети	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	
Заключение	
Negative effect of current and voltage asymmetry on electrical equipment	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭПП	Шутов Е.А.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM4E	Елфимов И.И.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 144 с., 36 рис., 8 табл., 79 источников, 11 прил.

Ключевые слова: оптимизация электрической сети, несимметрия напряжений, несимметрия токов, городская распределительная сеть, качество электроэнергии, компенсация реактивной мощности, звезда-зигзаг с нулем, симметрирующие устройства.

Объектом исследования является участок городской электрической распределительной сети 10/0,4 кВ г. Томска.

Цель работы – исследование и разработка научно-технических решений по оптимизации режимов работы участка городской системы электроснабжения на основе современных программно-аппаратных средств.

В процессе исследования использовались методы математического и компьютерного моделирования, регрессионного и спектрального анализа.

В результате исследования было предложено способы снижения несимметрии токов и напряжений.

Область применения: городские и сельские распределительные сети 10/0,4 кВ.

Экономическая эффективность Предлагаемые меры позволят уменьшить потери электроэнергии.

Обозначения и сокращения

Электроэнергия – ЭЭ

Электроприемник – ЭП

Трансформаторная подстанция – ТП

Система электроснабжения – СЭС

Асинхронный двигатель – АД

Конденсаторная батарея – КБ

Конденсаторная установка – КУ

Симметрирующие устройство – СУ

Реактивная мощность – РМ

Оглавление

Введение.....	12
ГЛАВА 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	15
ГЛАВА 2. МЕРОПРИЯТИЯ ПО НОРМАЛИЗАЦИИ КАЧЕСТВА И СНИЖЕНИЮ ПОТЕРЬ ЭЭ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ НЕСИММЕТРИЕЙ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ В ГОРОДСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ	19
2.1 Виды несимметричных режимов.....	19
2.2 Влияние несимметрии токов и напряжений на работу ЭП	22
2.2.1 Влияние несимметрии напряжения на работу электрооборудования..	23
2.2.1.1 Асинхронный двигатель	23
2.2.1.2 Воздушные и кабельные линии.....	28
2.2.1.3 Конденсаторные установки	29
2.2.1.5 Однофазные потребители	30
2.2.2 Влияние несимметрии токов на работу электрооборудования.....	30
2.2.2.1 Трансформаторы.....	30
2.2.2.2 Синхронные машины	31
2.3 Нормативная база. Степень интересов участников рынка ЭЭ в уровне несимметрии токов и напряжений	31
2.4 Способы снижения несимметрии токов и напряжений	33
2.4.1 Уменьшение токов обратной и нулевой последовательностей	34
2.4.1.1 Перераспределение нагрузок по фазам обслуживающим персоналом	34
2.4.1.2 Применение замкнутых и полужамкнутых сетей 0,38 кВ.....	35
2.4.1.3 Применение электромашинных преобразователей.....	35
2.4.1.4 Автоматические устройства переключения однофазной нагрузки	36
2.4.1.5 Применение симметрирующих устройств компенсационного и фильтрового типа.....	38
2.4.1.6 Применение выпрямительно-инверторных преобразователей.....	38
2.4.2 Уменьшение сопротивления нулевой последовательности	39
2.4.2.1 Изменение схемы соединения обмоток трансформатора.....	39

2.4.2.2 Применение СУ, встроенного в бак трансформатора со схемой соединения обмоток Y/Y0	39
2.4.2.3 Увеличение сечения нулевого провода	41
2.5 Моделирование несимметричных режимов ТП	41
2.5.1 Математический аппарат и условия моделирования несимметричных режимов сети	41
2.5.2 Целесообразность применения трансформатора со схемой соединения звезда – зигзаг с нулем	44
2.5.3 Разработка алгоритма и целесообразность применения устройства автоматического переключения однофазных нагрузок	50
2.5.4 Влияние выпрямительно-инверторных симметрирующих устройств на работу распределительной сети	55
Выводы по 2 главе:	60
ГЛАВА 3 ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ УСТАНОВКИ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА ИССЛЕДУЕМОМ УЧАСТКЕ СЕТИ.....	62
3.1 Необходимость осуществления компенсации реактивной мощности	62
3.2 Нормативная база и степень интересов участников рынка ЭЭ компенсации РМ	64
3.3 Математический аппарат оптимального размещения КБ.....	65
3.4 Условия и результаты решения задачи оптимального размещения КБ.....	68
Вывод по 3 главе:	70
ГЛАВА 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	72
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	73
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	73
4.1.2 SWOT-анализ	73
4.2 Планирование этапов и выполнения работ проводимого научного исследования	77
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	77
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	79
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	80

4.3 Расчет бюджета для научно-технического исследования	84
4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	84
4.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы	85
4.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	89
4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	89
4.3.5 Накладные расходы	90
4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .	91
4.4 Определение целесообразности и эффективности научного исследования	92
4.4.1 Анализ и оценка научно-технического уровня проекта	92
4.4.2 Оценка важности рисков.....	93
Выводы по главе 4:	96
ГЛАВА 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	99
5.1 Анализ вредных и опасных производственных факторов.....	100
5.2. Производственная санитария.....	101
5.2.1 Микроклимат.....	101
5.2.2 Освещенность.....	102
5.2.3 Производственный шум	106
5.3 Техника безопасности.....	107
5.4 Экологическая безопасность.....	110
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	111
5.6 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	114
Заключение	116
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	117
Приложение А	124
Приложение Б	125
Приложение В.....	126
Приложение Г	127
Приложение Д.....	128
Приложение Е.....	129
Приложение Ж.....	130

Приложение З	131
Приложение И	132
Приложение К.....	133
Приложение Л.....	134

Введение

Отклонение показателей качества ЭЭ от нормальных отрицательно влияет на работу ЭП и приводит к дополнительным потерям ЭЭ при ее транспортировке [1]. По данным Росстата на 2013 год потери ЭЭ в электрических сетях по России составили 114,8 млрд. кВт·ч, при этом относительные потери составили 11,77 %. Основная их доля приходится на распределительные сети 10-0,4 кВ [2]. Оптимальная экономически и технически обоснованная величина потерь на передачу ЭЭ составляет 4–6 % [3]. Отличие действительных потерь от оптимальных объясняется низким качеством электрических сетей и передаваемой ЭЭ. Низкое качество электрических сетей связано с эксплуатацией устаревшего оборудования, неточностями при проектировании и низким уровнем контроля и качества при проведении монтажных и ремонтных работ обслуживающим персоналом. А низкое качество ЭЭ обоснованно несимметрией токов и напряжений, низким уровнем напряжений, особенно в часы пиковых нагрузок, и наличием высших гармонических составляющих и низким коэффициентом мощности. Большой вклад в разработку методов расчета показателей качества и потерь ЭЭ, а также способов и средств снижения этих потерь и повышения качества ЭЭ внесли П.В. Терентьев [4], В.Э. Воротницкий [3], Ю.С. Железко [35], Ф.Д. Косоухов [30], М.С. Левин [25], И.В. Наумов [30, 34, 38], В.А. Скороходов [10], Е.А. Каминский [47], О.Б. Кисель [26, 32], А.И. Вольдек [18], В.Я. Майер [21], V.J. Gosbell [12], S. Perera [12], Dr. J. Driesen [13], Dr. T. Van Craenenbroeck [13], R. F. Woll [8], A. A. Ansari [17], D. M. Deshpande [17], A. von Jouanne [23], A.K. Singh [24], G.K. Singh [24], R. Mitra [24], D. Reimert [27], A.C. Williamson [28], E.B. Urquhart [28], Tsai-Hsiang Chen [31], Jeng-Tyan Cherng [31] и др.

В настоящее время в городских распределительных сетях наблюдается тенденция перемещением промышленной зоны в пригород, либо на окраины города и замены устаревших коммунально-бытовых ЭП на более энергоэффективные приемники класса энергопотребления А, что в свою очередь приводит к уменьшению энергопотребления в коммунально-бытовом

секторе и низкой загрузке оборудования городских распределительных сетей и подстанций. Это подтверждается данными [2], согласно которым наблюдается снижение отпуска ЭЭ в сети МРСК, начиная с 2012 года. За 2012 год отпуск ЭЭ в сети МРСК сократился на 1,83 процента (с 649766 до 637885 млн. кВт·ч). Так же эта тенденция ведет к увеличению несимметрии токов и напряжений и к повышению коэффициента мощности в узлах распределительных сетей. В данной работе оценивается необходимость снижения несимметрии токов и напряжений, а так же эффективность компенсации РМ в городской распределительной сети на примере участка электрической сети города Томска (приложение Б).

Объект исследования – участок городской электрической распределительной сети 0,4-10 кВ г. Томска.

Цель работы – исследование и разработка научно-технических решений по оптимизации режимов работы участка городской системы электроснабжения на основе современных программно-аппаратных средств.

Для достижения поставленной цели будут решаться следующие задачи:

1. Исследование влияния использования трансформаторов с соединением обмоток по схеме звезда/зигзаг с нулем в сети на уровень несимметрии токов и напряжений и оценка экономической эффективности установки данного трансформатора;
2. Разработка алгоритма симметрирования нагрузки путем переключения части нагрузки с перегруженной фазы на недогруженную и оценка экономической эффективности внедрения данного алгоритма;
3. Исследование влияния использования полупроводникового устройства симметрирования нагрузки на работу ТП.
4. Целесообразность установки компенсирующих устройств на исследуемом участке сети.

Научная новизна работы:

- Разработан алгоритм симметрирования нагрузки для исследуемой подстанции с конкретной нагрузкой.

Практическая ценность. Предложенные мероприятия позволят:

- Снизить технические потери в городских распределительных электрических сетях, возникающие при несимметрии токов и напряжений трехфазной сети;
- Повысить качество электроснабжения коммунально-бытовых потребителей.

Методы научных исследований. Для решения поставленных задач использовались методы: математического и компьютерного моделирования, регрессионного и спектрального анализа.

Апробация работы и публикации. Основные положения магистерской диссертации докладывалось на саммите молодых ученых «YOUNG ENGINEERS SUMMIT» 2016 год.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студент:

Группа	ФИО
5AM4E	Елфимов Илья Игоревич

Институт	Энергетический	Кафедра	ЭПП
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника/Оптимизация развивающихся систем электроснабжения

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, финансовых, информационных и человеческих ресурсов.	При проведении исследования используется база лабораторий ЭНИН ТПУ; в исследовании задействованы 2 человека: студент-исполнитель и научный руководитель.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	НР 34-70-32-83, РД 34.10.301, РД 34.10.102-91, ГОСТ Р 51387-99, МУ 34-00-094-85, ГОСТ Р 53905-2010
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений	Отчисления в социальные фонды - 30 % от ФОТ.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Описание потенциального потребителя, SWOT анализ
2. Планирование этапов и выполнения работ по НИР (определение состава работы, определение действующих лиц, установление длительности и трудоемкости работы)	Планирование научно-исследовательских работ, определение действующих лиц, длительности и трудоемкости работ.
3. Расчет бюджета для научно-технического исследования	Определение материальных затрат НИИ, затрат на специальное оборудование, расчет основной заработной платы и накладных расходов
4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка целесообразности и эффективности научного исследования. Анализ и оценка научно-технического уровня исследования. Оценка рисков.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Диаграмма Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента ТПУ	Грахова Е.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM4E	Елфимов И.И.		

ГЛАВА 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Темой научно-технического исследования является оптимизация режимов работы электрической сети. Проведение исследования предполагает использование специализированных программно-технических комплексов и основано на математическом моделировании рассматриваемого участка электрической сети и отдельных его элементов.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-технического исследования, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации [65].

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научного исследования;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- рассчитать бюджет проводимого научно-технического исследования;
- произвести оценку социальной и экономической эффективности исследования.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В последние 20 лет резко обострилась проблема качества ЭЭ и в городских зданиях в связи с появлением в них большого количества нелинейных однофазных потребителей электроэнергии. Наблюдается перегрев и разрушение нулевых рабочих проводников кабельных линий, ускоренное старение изоляции, возрастание потерь мощности и электроэнергии, ложное срабатывание защитных аппаратов, выход из строя компьютерного оборудования и ряд других негативных явлений.

Немаловажную роль среди проводимых исследований играет изучение возможности уменьшения потерь ЭЭ и повышения качества питания потребителей связанных с несимметричными режимами работы сети.

В рамках настоящего научного исследования оценивается необходимость снижения несимметрии токов и напряжений, а так же эффективность компенсации реактивной мощности (РМ) в городской распределительной сети на примере участка электрической сети города Томска

Основным потребителем подобных исследования являются ООО «Горсети» город Томск, но также разработанные способы оптимизации распределительных сетей могут применяться для аналогичных сетей с явно выраженной несимметрией токов и напряжений.

4.1.2 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой

комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для проведения комплексного анализа проводимого исследования выделим несколько этапов:

1. Описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для реализации проекта.

Таблица 4.1 - Матрица SWOT

Сильные стороны научно-исследовательского проекта: 1. Применение современных программно-технических комплексов 2. Практическая применимость 3. Наличие опытного научно-руководителя 4. Актуальность проводимого исследования 5. Обширная сфера применения	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: 1. Ограниченность исходных данных 2. Невозможность экспериментального исследования полученных результатов на реальных объектах 3. Незаинтересованность сетевых компаний в модернизациях сети с целью повышения качества ЭЭ у потребителей 4. Малая нормативная база 5. Многостадийность методики
Возможности: 1. Возможность создания партнерских отношений с сетевыми компаниями 2. Большой потенциал применения метода математического моделирования 3. Относительная дешевизна и быстрая окупаемость предлагаемых технических решений 4. Возможность выхода на внешний рынок 5. Рост потребности коммунально-бытовых потребителей ЭЭ в повышении качества покупаемой ЭЭ	Угрозы: 1. Малый рынок сбыта 2. Большое количество рекомендации по оптимизации электрических сетей 3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования 4. Невозможность выхода на международный рынок 5. Малые скорости внедрения разрабатываемых мер по оптимизации сети

2. Выявление соответствия сильных и слабых сторон научно – исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Таблица 4.2 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	+
	B2	0	0	+	+	0
	B3	+	-	-	-	-
	B4	+	+	0	+	+
	B5	+	0	-	+	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и возможности: B1C1C2C3C4C5, B2C3C4, B3C1, B5C1C4.

Таблица 4.3 - Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	-	-	0	0
	B2	0	0	+	-	-
	B3	-	0	0	-	-
	B4	-	0	-	-	-
	B5	0	-	-	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B1Сл1, B2Сл3.

Таблица 4.4 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	0	0	-	-
	У2	0	+	0	0	+
	У3	0	0	0	0	0
	У4	+	0	+	+	+
	У5	-	-	0	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и угроз: У2С2С5,У4С1С3С4С5.

Таблица 4.5 - Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	0	-	0	-
	У2	-	-	0	-	-
	У3	-	0	0	0	0
	У4	0	-	-	-	-
	У5	-	-	0	0	0

Коррелирующие слабые стороны и угрозы не выявлены.

Вывод: заявленные способы оптимизации городской электрической сети имеют большой потенциал и быструю окупаемость, но небольшой круг потенциальных потребителей, а также возможность быстрого выхода на внутренний рынок.

4.2 Планирование этапов и выполнения работ проводимого научного исследования

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и произведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание исследовательской части работ	Содержание технической части работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Получение технического задания от предприятия-заказчика и его согласование.	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Сбор необходимых данных, технических параметров оборудования, изучения технологического процесса.	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Выбор способа проведения технической стороны исследования и его обоснование; составление математических моделей.	Руководитель, инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Составление графика выполнения работ на всех этапах.	Научный руководитель
Теоретические исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Проведение теоретических расчетов, а затем необходимых экспериментов для их подтверждения.	Инженер
Обобщение и оценка результатов	6	Оценка эффективности полученных результатов	Анализ результатов проведенного научно-технического исследования, выдача рекомендаций относительно решаемой задачи.	Инженер совместно с научным руководителем
Оформление отчета по НИР	7	Составление пояснительной записки	Составление отчета о проделанной работе, с указанием проблематики проводимого исследования, результатов и принятых технических решений.	Инженер
	8	Публикация полученных результатов	Передача результатов исследования заказчику и их внедрение в процесс производства.	Научный руководитель

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (4.1)$$

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.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (4.2)$$

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.

В таблице 4.7 приведены ожидаемая трудоемкость и время выполнения работ.

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

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.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4.3)$$

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

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

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = \frac{365}{247} = 1,48, \quad (4.4)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году (пятидневная рабочая неделя);

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 4.7.

Таблица 4.7 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Исполнители		Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожг}$, чел-дни							
	Науч. рук.	Инженер	Науч. рук.	Инженер	Науч. рук.	Инженер	Науч. рук.	Инженер	Науч. рук.	Инженер	Науч. рук.	Инженер
Составление и утверждение технического задания	2	-	4	-	2,8	-	1	-	2,8	-	4	-
Подбор и изучение материалов по теме	-	14	-	21	-	16,8	-	1	-	16,8	-	25
Выбор направления исследований	2	4	3	5	2,4	4,4	1	1	2,4	4,4	4	7
Календарное планирование работ по теме	3	-	7	-	4,6	-	1	-	4,6	-	7	-
Проведение теоретических расчетов и обоснований	-	21	-	28	-	23,8	-	1	-	23,8	-	35
Оценка эффективности полученных результатов	3	7	5	14	3,8	9,8	1	1	3,8	9,8	6	15
Составление пояснительной записки	-	5	-	10	-	5	-	1	-	5	-	7
Публикация полученных результатов	2	-	4	-	2,8	-	1	-	2,8	-	4	-

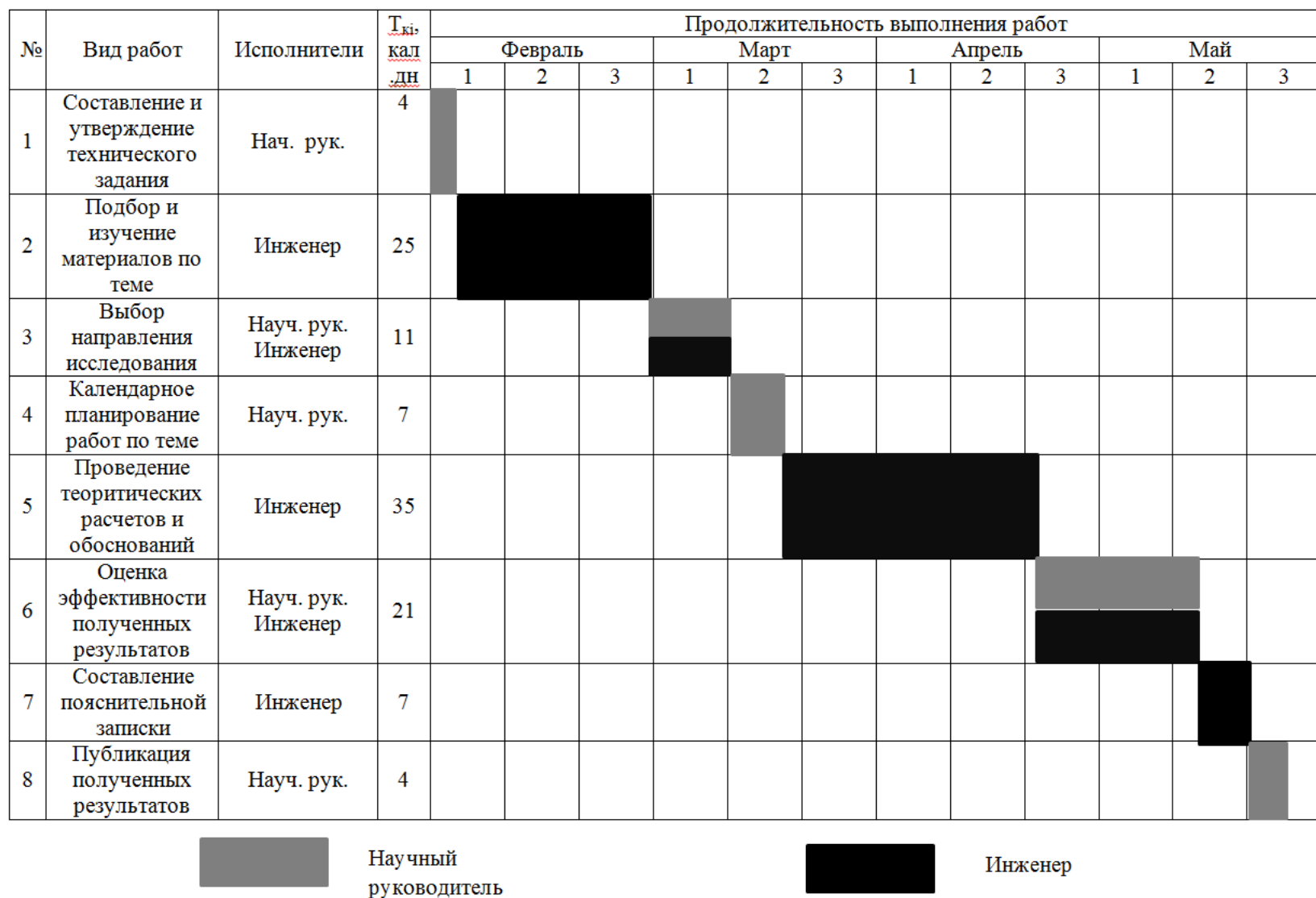
Итого длительность работ – 114 календарных дней.

На основе таблицы 4.7 строим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта, с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени написания ВКР. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Календарный план-график построенный для максимального по длительности второго варианта исполнения работ рамках научно-исследовательского проекта приведен в таблице 4.8:

Вывод: общее число работ составило 8. Ожидаемая трудоемкость работ для научного руководителя составила 16 чел-дней, для студента-исполнителя составила 60 чел-дней. Общая максимальная длительность выполнения работы составила 114 календарных дней.

Таблица 4.8 - Календарный план-график проведения НИР (Диаграмма Ганта)



4.3 Расчет бюджета для научно-технического исследования

4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расхi} , \quad (4.5)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, занесены в таблицу 4.9.

Таблица 4.9 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб		Затраты на материалы, (Зм), руб	
		Науч. Рук.	Инж.	Науч. Рук.	Инж.	Науч. Рук.	Инж.
Компьютер	Штука	1	1	20000	25000	23000	28750
Принтер	Штука	1	1	6000	6000	6900	6900
Matlab	Штука	1	1	7000	7000	8050	8050
Microsoft Word	Штука	1	1	2000	2000	2300	2300
Специализированное ПО	Штука	3	3	8000	8000	9200	9200
Канцелярские принадлежности	-	-	-	-	-	2000	4000
Итого						51450	57200

4.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 4.10.

Таблица 4.10 - Расчет основной заработной платы

№	Наименование этапов	Исполнители по категориям		Трудо-емкость, чел.-дн.		Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.		Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб	
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 1	Исп. 2
1	Составление и утверждение технического задания	Науч. рук.	-	2,8	-	3060	-	8568	-
2	Подбор и изучение материалов по теме	-	Инж.	-	16,8	-	1515	-	25452
3	Выбор направления исследований	Науч. рук.	Инж.	2,4	4,4	3060	1515	7344	6666
4	Календарное планирование работ по теме	Науч. рук.	-	4,6	-	3060	-	14076	-
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	-	Инж.	-	23,8	-	1515	-	36057
6	Оценка эффективности и полученных результатов	Науч. Рук.	Инж.	3,8	9,8	3060	1515	11628	14847
7	Составление пояснительной записки	-	Инж.	-	5	-	1515	-	7575
8	Публикация полученных результатов	Науч. рук.	-	2,8	-	3060	-	8568	-
Итого:								50184	90597

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

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (4.6)$$

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

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \cdot М}{F_{д}}, \quad (4.7)$$

где $З_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

Расчет баланса рабочего времени приведен в таблице 4.11

Таблица 4.11 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	104	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	24	48
- невыходы по болезни	16	10
Действительный годовой фонд рабочего времени	207	189

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (4.8)$$

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

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата $З_{\text{тс}}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{\text{с1}} = 600$ руб. на тарифный коэффициент $k_{\text{т}}$ и учитывается по единой для бюджетных организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии. Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 4.12:

Таблица 4.12 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб.дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Научный руководитель	30000	0,3	0,15	1,3	56550	3059,71	207	633360
Инженер	15000	0,3	0,5	1,3	35100	1514,689	189	286276
Итого								19636

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор (см. «Положение об оплате труда», приведенное на интернет-странице Планово-финансового отдела ТПУ).

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3) иные выплаты; районный коэффициент.

4.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных 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:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (4.9)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15). Расчёт дополнительной заработной платы приведен в таблице 4.13.

4.3.4 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:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (4.10)$$

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

На 2014 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлен в таблице 4.13

Таблица 4.13 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Научный руководитель	633360	95004
Инженер	286276	42941
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Отчисления, руб		
Научный руководитель	197386,6	
Инженер	89218	

4.3.5 Накладные расходы

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

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (4.11)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Расчет величины накладных расходов приведен в таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Накладные расходы

	З _{накл} , руб.
Научный руководитель	156352
Инженер	76102

4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 4.15

Таблица 4.15 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		Примечание
	Научный руководитель	Инженер	
1. Материальные затраты НТИ	51450	57200	Пункт 3.3.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	633360	286276	Пункт 3.3.2
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	95004	42941	Пункт 3.3.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	197386	89218	Пункт 3.3.4
5. Накладные расходы	156352	76102	16 % от суммы ст. 1-4
Бюджет затрат НТИ	1133552	551737	Сумма ст. 1- 5

Вывод: суммарный бюджет затрат НТИ составил – 1685289 рублей.

4.4 Определение целесообразности и эффективности научного исследования

4.4.1 Анализ и оценка научно-технического уровня проекта

Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности исследования необходимо: рассчитать коэффициент научно-технического уровня. Коэффициент НТУ рассчитывается при помощи метода балльных оценок, в котором каждому из признаков НТУ присваивается определенное число баллов по принятой шкале. Общую оценку приводят по сумме баллов по всем показателям с учетом весовых характеристик. Общая оценка рассчитывается по формуле:

$$НТУ = \sum_{i=1}^n k_i \cdot P_i \quad (4.12)$$

где k_i – весовой коэффициент i – го признака;

P_i – количественная оценка i – го признака.

Таблица 4.16 – Весовые коэффициенты НТУ

Признаки НТУ	Весовой коэффициент
Уровень новизны	0.4
Теоретический уровень	0.2
Возможность и масштабы реализации	0.4

Таблица 4.17 – Шкала оценки новизны

Баллы	Уровень
1-4	Низкий НТУ
5-7	Средний НТУ
8-10	<u>Сравнительно высокий НТУ</u>
11-14	Высокий НТУ

Таблица 4.18 – Значимость теоретических уровней

Характеристика значимости теоретических уровней	Баллы
Установка законов, разработка новой теории	10
<u>Глубокая разработка проблем, многосторонний анализ, взаимозависимость между факторами</u>	<u>8</u>
Разработка алгоритма	6
Элементарный анализ связей между факторами (наличие гипотезы, объяснение версий, практические рекомендации)	2
Описание отдельных факторов (вещества, свойств, опыта, результатов)	0.5

Таблица 4.19 - Возможность реализации по времени и масштабам

Время реализации	Баллы
<u>В течение первых лет</u>	<u>10</u>
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2
Масштабы реализации	Баллы
Одно или несколько предприятий	2
<u>Отрасль</u>	<u>4</u>
Народное хозяйство	10

$$k_1 = 0.4, \Pi_1 = 10, k_2 = 0.2, \Pi_2 = 8,$$

$$k_3 = 0.2, \Pi_3 = 10, k_4 = 0.2, \Pi_4 = 4.$$

$$НТУ = 0.4 \cdot 10 + 0.2 \cdot 8 + 0.2 \cdot 10 + 0.2 \cdot 4 = 8.4$$

По полученным результатам расчета коэффициента научно-технического уровня можно сделать вывод, что данный проект имеет высокую значимость теоретического и практического уровня, и при этом используется в широком спектре отраслей

4.4.2 Оценка важности рисков

При оценке важности рисков оценивается вероятность их наступления (P_i). По шкале от 0 до 100 процентов: 100 – наступит точно, 75 – скорее всего наступит, 50 – ситуация неопределенности, 25 – риск скорее всего не наступит,

0 – риск не наступит. Оценка важности риска оценивается весовым коэффициентом (w_i). Важность оценивается по 10- балльной шкале b_i . Сумма весовых коэффициентов должна равняться единице. Оценка важности рисков приведена в таблице 4.20.

Таблица 4.20 – Экономические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i * w_i$
1	Инфляция	100	1	0,019	1,960
2	Экономический кризис	25	2	0,039	0,980
3	Недобросовестность поставщиков	25	6	0,117	2,941
4	Непредвиденные расходы в плане работ	50	7	0,137	6,862
5	Снижение уровня спроса на продукцию	50	10	0,196	9,803
6	Сложность выхода на мировой рынок вследствие монополизированность рынка	75	7	0,137	10,294
7	Колебания рыночной конъюнктуры	25	6	0,117	2,941
8	Отсутствие в числе сотрудников экономистов	25	2	0,039	0,980
9	Низкие объемы сбыта	50	10	0,196	9,803
	Сумма		51	1	46,568

Таблица 4.21 – Технологические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i * w_i$
1	возможность поломки оборудования	25	7	0,25	6,25
2	низкое качество поставленного оборудования	25	9	0,3214	8,0357
3	неправильная сборка оборудования	25	8	0,2857	7,1428
4	опасность для работающего персонала и аппаратуры	75	4	0,1428	10,714
	Сумма		28	1	32,142

Таблица 4.22 – Научно-технические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	развитие конкурентных технологий	75	7	0,145	10,937
2	создание новых методов синтеза	75	7	0,145	10,937
3	риск невозможности усовершенствования технологии	50	8	0,166	8,333
4	отсутствие результата в установленные сроки	50	7	0,145	7,2916
5	получение отрицательного результата при внедрении в производство	25	10	0,208	5,208
6	несвоевременное патентование	25	9	0,187	4,687
	Сумма		48	1	47,395

Далее производится расчет общих рисков:

Таблица 4.23 – Общая оценка риска проекта

Виды рисков в группе	P_i	b_i	W_i	$P_i \cdot W_i$
Экономические	46,57	10	0,25	11,64
Технологические	32,14	9	0,5	16,07
Научно-технические	47,4	6	0,25	11,85
Итого		25	1	39,56

Итоговая оценка риска проекта составила порядка 40%, т.е. проект имеет право на жизнь, хотя и не лишен препятствий.

Для того чтобы избежать риски или минимизировать их воздействие на проект необходимо проводить мероприятия по борьбе с рисками.

Таким образом, анализируя результаты данного раздела, можно заключить, что проводимое исследование имеет высокую значимость теоретического и практического уровня, а также приемлемый уровень рисков. Это подтверждает целесообразность проводимого научного исследования.

Выводы по главе 4:

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были решены следующие задачи:

1. Проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования на примере SWOT-анализа, результат которого показал большой потенциал применения методики, а так же возможность быстрого выхода на внутренний рынок обеспечены актуальностью данного исследования.

2. Определен полный перечень работ, проводимых при исследовании влияния автоматического включения резерва на возможность самозапуска мощных синхронных двигателей. Общее число работ составило 8. Определена трудоемкость проведения работ. Ожидаемая трудоемкость работ для научного руководителя составила 16 чел-дней, для студента-исполнителя составила 60 чел-дней. Общая максимальная длительность выполнения работы составила 114 календарных дней.

3. Суммарный бюджет затрат НТИ составил – 1685289 рублей. Расчет бюджета осуществлялся на основе следующих пунктов:

- расчет материальных затрат НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4. Определена целесообразность и эффективность научного исследования путем анализа и оценки научно-технического уровня проекта, а также оценки возможных рисков. В результате проводимое исследование имеет высокую значимость теоретического и практического уровня и приемлемый уровень рисков.

Следует отметить важность для проекта в целом проведенных в данной главе работ, которые позволили объективно оценить эффективность проводимого научно-технического исследования.