

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
Проектирование системы электроснабжения домостроительной компании

УДК 621.31.031:69

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Иванов Василий Николаевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭПП	Рахматуллин И.А.	к.т.н.		

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
Электроснабжение промышленных предприятий	Сурков М. А.	к.т.н., доцент		

Запланированные результаты обучения по программе

1. Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа электрических устройств, объектов и систем.
2. Уметь формулировать задачи в области электроэнергетики и электротехники, анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.
3. Уметь проектировать электроэнергетические и электротехнические системы и их компоненты.
4. Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники, интерпретировать данные и делать выводы.
5. Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области электроэнергетики и электротехники.
6. Иметь практические знания принципов и технологий электроэнергетической и электротехнической отраслей, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях.
7. Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области электроэнергетики и электротехники.
8. Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области электроэнергетики и электротехники с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.

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:

Зав. кафедрой ЭПП

(Подпись) _____
(Дата) **Сурков М.А.**
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
5А36	Иванову Василию Николаевичу

Тема работы:

Проектирование системы электроснабжения домостроительной компании	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	05.02.17, №832/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

	30.05.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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>	<i>Объектом исследования является домостроительная компания, в которой подробно рассматривается ремонтно - механический цех. В качестве исходных данных представлены:</i> <i>- генеральный план предприятия;</i> <i>- план ремонтно – механического цеха;</i> <i>- сведения об электрических нагрузках предприятия;</i> <i>- сведения об электрических нагрузках ремонтно – механического цеха.</i>

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p>(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).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - постановка задачи проектирования; - проектирование системы электроснабжения рассматриваемого завода; - детальное рассмотрение системы электроснабжения ремонтно – механического цеха предприятия; - обсуждение результатов выполненной работы; - разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»; - разработка раздела «Социальная ответственность»; - заключение.
<p>Перечень графического материала</p> <p>(с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - картограмма электрических нагрузок предприятия; - схема внутриводского электроснабжения; - внутрицеховая схема ремонтно – механического цеха; - однолинейная схема ремонтно – механического цеха.

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p>(с указанием разделов)</p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Доцент, Сергейчик С.И.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Доцент кафедры ЭБЖ, к.т.н., Дашковский А.Г.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p style="text-align: center;">-</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p style="text-align: center;">8.02.17</p>
--	--

Задание выдал руководитель:

<p style="text-align: center;">Должность</p>	<p style="text-align: center;">ФИО</p>	<p style="text-align: center;">Ученая степень, звание</p>	<p style="text-align: center;">Подпись</p>	<p style="text-align: center;">Дата</p>
<p style="text-align: center;">Доцент каф. ЭПП</p>	<p style="text-align: center;">Рахматуллин И.А.</p>	<p style="text-align: center;">к.т.н.</p>		<p style="text-align: center;">8.02.17</p>

Задание принял к исполнению студент:

<p style="text-align: center;">Группа</p>	<p style="text-align: center;">ФИО</p>	<p style="text-align: center;">Подпись</p>	<p style="text-align: center;">Дата</p>
<p style="text-align: center;">5А36</p>	<p style="text-align: center;">Иванов Василий Николаевич</p>		<p style="text-align: center;">8.02.17</p>

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

Студенту:

Группа	ФИО
5А36	Иванову Василию Николаевичу

Институт	Энергетический (ЭНИН)	Кафедра	Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Планирование комплекса работ (определение состава работы, определение действующих лиц, установление длительности работы)</i>	<i>Расчет временных показателей проведение исследования ТП. Составление календарного план-графика</i>
2. <i>Определение трудоемкости выполнения работ</i>	
3. <i>Расчет бюджета для научно-технического исследования (определение материальных затрат, подсчет основной заработной платы исполнителей)</i>	<i>Расчет коэффициентов: весовой коэф., коэф. отчислений на уплату во внебюджетные фонды</i>
4. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Диаграмма Ганта</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сергейчик С.И.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Иванов Василий Николаевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 5А36	ФИО Иванову Василию Николаевичу
----------------	------------------------------------

Институт	Энергетический	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 (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования)	Работа выполняется в закрытом помещении на персональном компьютере.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды:	Воздействие шума, запыленности, микроклимата, ЭМП.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности	Возникновение пожара, а также поражение электрическим током.
3. Охрана окружающей среды:	Возможны газообразные отходы и жидкие отходы.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях:	Пожар.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Федеральный закон от 24.07.1998 года № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»

Перечень графического материала:

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	План эвакуации, искусственное освещение.
--	--

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Иванов Василий Николаевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 181 с., 13 рис., 36 табл., 11 источников, 14 прил.

Ключевые слова: система электроснабжения, электрическая нагрузка, расчет токов короткого замыкания, выбор высоковольтного оборудования, выбор аппаратов защиты, ресурсоэффективность, социальная ответственность.

Объектом исследования является система электроснабжения домостроительной компании.

Цель работы – разработать систему электроснабжения домостроительной компании с подробным проектированием системы электроснабжения РМЦ.

В ходе выполнения работы были рассчитаны нагрузки РМЦ и предприятия в целом, разработана внутризаводская система электроснабжения предприятия, спроектирована главная понизительная подстанция, рассмотрена компенсация реактивной мощности на предприятии, спроектирована система электроснабжения ремонтно – механического цеха.

В результате исследования была спроектирована система электроснабжения домостроительной компании, проведен анализ опасных и вредных факторов проектируемой производственной среды, рассмотрены меры защиты при чрезвычайных ситуациях, определены ресурсная, социальная и экономическая эффективности исследования.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Полная мощность предприятия – 8,4 МВА, питающее напряжение – 35 кВ, напряжение внутризаводской сети – 10 кВ. На территории предприятия расположено 8 цехов второй категории надежности электроснабжения и 7 цехов третьей категории. Основная масса потребителей электроэнергии - электроприёмники переменного тока с номинальным напряжением - 0,4 кВ, так же на заводе присутствует электроприёмник с номинальным напряжением - 10 кВ.

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

воздушная линия электропередачи: Линия электропередачи, провода которой поддерживаются над землей с помощью опор, изоляторов.

вторичная цепь: Внешняя цепь, получающая сигналы от вторичной обмотки измерительного трансформатора.

допустимая перегрузка: Перегрузка трансформатора, разрешенная нормативным документом.

заземление: Преднамеренное электрическое соединение какой-либо части электроустановки с заземляющим устройством.

источник электрической энергии: Электротехническое изделие, преобразующее различные виды энергии в электрическую энергию.

короткое замыкание: Непредвиденное нормальными условиями работы системы соединение между фазами или между фазами и землей.

коэффициент трансформации: Отношение напряжения на зажимах двух обмоток в режиме холостого хода.

принципиальная схема: Схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и дающая детальное представление о принципах работы объекта.

система электроснабжения: Совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, обеспечивающих требования технологического процесса путем подачи электроэнергии от источников питания к потребителям в необходимом количестве и соответствующего качества.

электрическая нагрузка: Мощность, потребляемая электроустановкой в определенный момент времени.

эквивалентная схема: Схема, предназначенная для анализа и расчета параметров (характеристик) объекта или его функциональных частей.

Обозначения и сокращения

В данной работе используются следующие сокращения:

- ТП – трансформаторная подстанция;
- ПР – пункт распределительный;
- ШМА – шинопровод магистральный с алюминиевыми шинами;
- ШРА – шинопровод радиальный с алюминиевыми шинами;
- ГПП – главная понизительная подстанция;
- КЗ – короткое замыкание;
- РМЦ – ремонтно – механический цех;
- ЭП – электроприемник;
- КБ – конденсаторная батарея;
- ЦЭН – центр электрических нагрузок;
- ЛЭП – линия электропередачи;
- ВЛ – воздушная линия;
- КЛ – кабельная линия;
- СД – синхронный двигатель;
- РУ – распределительное устройство;
- КРУ – комплектное распределительное устройство;
- АВ – автоматический выключатель.

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.004 – 88 ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.

СанПиН 2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях.

СП 5.13130.2009 “Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.”

СП 9.13130.2009 Техника Пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.

ГОСТ 2.105 – 95 ЕСКД. Основные требования к текстовым документам.

ГОСТ 12.0.003-74 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

ГОСТ 12.1.003-83 Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарногигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.1.012-90 Вибрационная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 21.404 – 85 СПДС. Автоматизация технологических процессов.

ГОСТ 21.508 – 93 СПДС. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно—гражданских объектов.

ГОСТ 21.607 – 82 СПДС. Электрическое освещение территории промышленных предприятий. Рабочие чертежи.

ГОСТ 21.608 – 84 СПДС. Внутреннее электрическое освещение. Рабочие чертежи.

ГОСТ 21.611 – 85 СПДС. Централизованное управление энергоснабжением. Условные графические и буквенные обозначения вида и содержания информации.

ГОСТ 21.614 – 88 СПДС. Силовое электрооборудование. Рабочие чертежи.

СНиП 23-05-95* Строительные нормы и правила РФ. Естественное и искусственное освещение.

РТМ 36.18.32.4-92 Руководящий технический материал. Указания по расчету электрических нагрузок.

НТП ЭПП-94 Нормы технологического проектирования. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий.

ГОСТ 14695 – 80 Подстанции трансформаторные комплектные мощностью от 25 до 2500 кВА на напряжение до 10 кВ.

ГОСТ 28668 – 90 Низковольтные комплектные устройства распределения и управления.

ГОСТ Р 50571.3-94 Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защиты от поражения электрическим током.

ПУЭ Правила устройства электроустановок. Издание 7.

Постановление Правительства РФ от 03.09.2010 №681 “Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств.

Постановление Администрации г. Томска от 11.11.2009, №1116 (с изменениями от 24.12.2014) Об организации сбора, вывоза, утилизации и переработки бытовых и промышленных отходов на территории муниципального образования "Город Томск".

Оглавление

Введение	15
1. Обзор литературы	17
2. Объект и методы исследования	18
3. Расчеты и аналитика	24
3.1 Выбор схемы электроснабжения цеха	24
3.2 Определение расчетной электрической нагрузки РМЦ	25
3.3 Определение расчётной нагрузки предприятия в целом	30
3.4 Построение картограммы и определение условного центра электрических нагрузок	34
3.5 Построение зоны рассеяния условного центра электрических нагрузок	37
3.6 Выбор количества, мощности и расположения цеховых трансформаторных подстанций	40
3.7 Выбор количества трансформаторов с учетом компенсации реактивной мощности	44
3.8 Компенсация реактивной мощности на шинах 0,4 кВ цеховых трансформаторных подстанций и уточнение их нагрузки	55
3.9 Выбор рационального напряжения внешнего электроснабжения предприятия	57
3.10 Выбор трансформатора ГПП	58
3.11 Выбор сечения линии, питающей ГПП	60
3.12 Схема внутризаводской распределительной сети 10 кВ	63
3.13 Расчёт токов короткого замыкания в сети выше 1000 В	68
3.14 Выбор оборудования ГПП	77
3.15 Электроснабжение ремонтно-механического цеха	85
3.15.1 Выбор аппаратов защиты цеховой сети	87
3.15.2 Выбор распределительных пунктов (ПР)	91

3.15.3 Выбор магистрального (ШМА) и радиальных шинопроводов (ШРА)	92
3.15.4 Выбор сечений линий питающей сети цеха	95
3.15.5 Расчет токов короткого замыкания в сети ниже 1000 В	98
3.15.6 Расчет питающей и распределительной сети по условиям допустимой потери напряжения. Построения эпюры отклонений напряжения	104
3.15.7 Построение карты селективности действия аппаратов защиты	112
4. Спецвопрос (Расчет молниезащиты)	116
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	120
6. Социальная ответственность	138
Заключение	155
Список используемых источников	157
Приложение А ДП-ФЮРА.3710000.061.Э4 Схема электроснабжения РМЦ	158
Приложение Б Результаты расчёта нагрузок РМЦ	159
Приложение В Результаты расчёта нагрузок цехов предприятия	164
Приложение Г Результаты расчёта осветительных и силовых нагрузок цехов предприятия	165
Приложение Д ДП-ФЮРА.3710000.062.Э4 Ген. план предприятия с картограммой нагрузок	167
Приложение Е ДП-ФЮРА.3710000.063.Э4 Однолинейная схема внешнего электроснабжения	168
Приложение Ж ДП-ФЮРА.3710000.064.Э4 Места расположения цеховых ТП	169
Приложение И Распределение батарей конденсаторов	170
Приложение К Результаты предварительного выбора КЛ 10 кВ	172

Приложение Л ДП-ФЮРА.3710000.065.Э4 Схема ГПП для выбора высоковольтного оборудования	173
Приложение М Защитные аппараты для ЭП РМЦ	174
Приложение Н Выбор сечений линий цеха	176
Приложение П ДП-ФЮРА.3710000.066.Э4 Эпюры отклонения напряжения	179
Приложение Р ДП-ФЮРА.3710000.067.Э4 Однолинейная схема электроснабжения РМЦ	180
CD – диск	182

Введение

Расчет системы электроснабжения промышленного предприятия и его отдельных производственных цехов является необходимым условием при проектировании предприятия. Рациональное проектирование внутрицеховых и внутризаводских сетей промышленных предприятий позволяет избежать непроизводительных потерь, дает возможность без значительных затрат вводить новое электрооборудование, наращивать мощность предприятия, изменять и совершенствовать технологический процесс.

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается разработка системы электроснабжения домостроительной компании, с расчетом внутрицеховой сети ремонтно-механического цеха предприятия.

Целью работы является разработка системы электроснабжения предприятия с применением теоретических знаний усвоенных в ранее изученных дисциплинах, а также получение навыков самостоятельной работы и развитие творческого мышления. В процессе выполнения данной работы были произведены следующие расчеты:

1. Расчет нагрузки РМЦ и всего предприятия в целом методом коэффициента расчетной мощности.
2. Выполнение построение картограммы электрических нагрузок, определение центра электрических нагрузок с целью оптимального расположения ГПП.
3. Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов с учетом компенсации реактивной мощности.
4. Проектирование ГПП, в процессе которого выбирается рациональное электроснабжение внешнего электроснабжения, мощность трансформаторов ГПП, сечение питающей линии ГПП, также выбирается высоковольтное оборудование и производятся необходимые проверки.
6. Расчет схемы электроснабжения РМЦ, который включает выбор аппаратов защиты выбор распределительных пунктов и распределение электроприемников по пунктам питания; выбор сечения линий питающей

сети цеха. Строятся эпюры отклонения напряжения от ГПП до наиболее удаленного ЭП, строится карта селективности действия аппаратов защиты.

1. Обзор литературы

При написании данной работы были использованы научная и учебно-методическая литература, справочники, нормативно-законодательные акты Российской Федерации.

Основными источниками, используемыми при выполнении данной выпускной квалификационной работы, явились учебные пособия Сумароковой Л. П. «Электроснабжение промышленных предприятий»; Кабышева А. В., Обухова С. Г. «Расчет и проектирование систем электроснабжения». В данных источниках подробно рассмотрены основные этапы проектирования систем электроснабжения промышленных предприятий.

Расчет нагрузок производился в соответствии с основным и обязательным нормативным документом по определению электрических нагрузок промышленных предприятий - РТМ 36.18.32.4-92.

Электрооборудование выбиралось по справочным пособиям Рожковой Л. Д., Козулина В. С. «Электрооборудование станций и подстанций»; Файбисовича Д. Л. «Справочник по проектированию электрических сетей».

Также был рассмотрен ряд законодательных документов, регулирующих технические требования к системам электроснабжения. Такими документами явились: ГОСТы, ПУЭ, СНиПы, руководства Госгортехнадзора, технические циркуляры.

При работе над разделом «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» особое внимание уделялось пособию Видяева И. Г., Сериковой Г. Н. «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».

На основе нормативно – законодательных актов, регулирующих условия труда, пожаробезопасность, опасные и вредные производственные факторы, действия при чрезвычайных ситуациях, был выполнен раздел «Социальная ответственность».

2. Объект и методы исследования

В данной выпускной квалификационной работе разрабатывается система электроснабжения домостроительной компании. В состав завода входят 15 цехов, в каждом из которых производятся работы в соответствии с технологическим процессом предприятия. В цехах завода имеются ЭП второй и третьей категории по степени надежности электроснабжения. Данные по степени надежности электроснабжения цехов домостроительной компании сведены в таблицу 1.

Таблица 1 - Категории по степени надежности электроснабжения цехов

№ на плане	Наименование цеха	Категория по степени надежности электроснабжения
1	Главный корпус	II
2	Формовочный	II
3	Заводоуправление	III
4	Механический	II
5	Арматурный	II
6	Бетоносмесительный	II
7	Инструментальный	III
8	Котельная	II
9	Насосная	II
10	РМЦ	III
11	Столовая	III
12	Склад	III
13	Сборочный	III
14	Котельная	II
15	Автопарк	III

Основная масса ЭП предприятия это ЭП переменного тока с номинальным напряжением $U_n = 0,4$ кВ. Так же на заводе присутствует ЭП переменного тока с номинальным напряжением $U_n = 10$ кВ, расположенный в Насосной (Цех №9). В соответствии с технологическим процессом домостроительной компании - это синхронный двигатель типа СТД-1600.

Исходными данными для выполнения данной работы являются: план завода (Рисунок 1), с расположением цехов, план цеха (Рисунок 2) с

расстановкой технологического оборудования. Номинальные мощности цехов (Таблица 2) и ЭП РМЦ (Таблица 3), система электроснабжения которого детально прорабатывается.

Таблица 2 – Сведения об электрических нагрузках цехов предприятия

№ на плане	Наименование цеха	$P_{уст}$, кВт
1	Главный корпус	3100
2	Формовочный	1200
3	Заводоуправление	350
4	Механический	1650
5	Арматурный	702
6	Бетоносмесительный	2400
7	Инструментальный	806
8	Котельная	320
9	Насосная 0,38кВ	350
	10кВ	1600
10	РМЦ	-
11	Столовая	270
12	Склад	280
13	Сборочный	635
14	Котельная	750
15	Автопарк	469

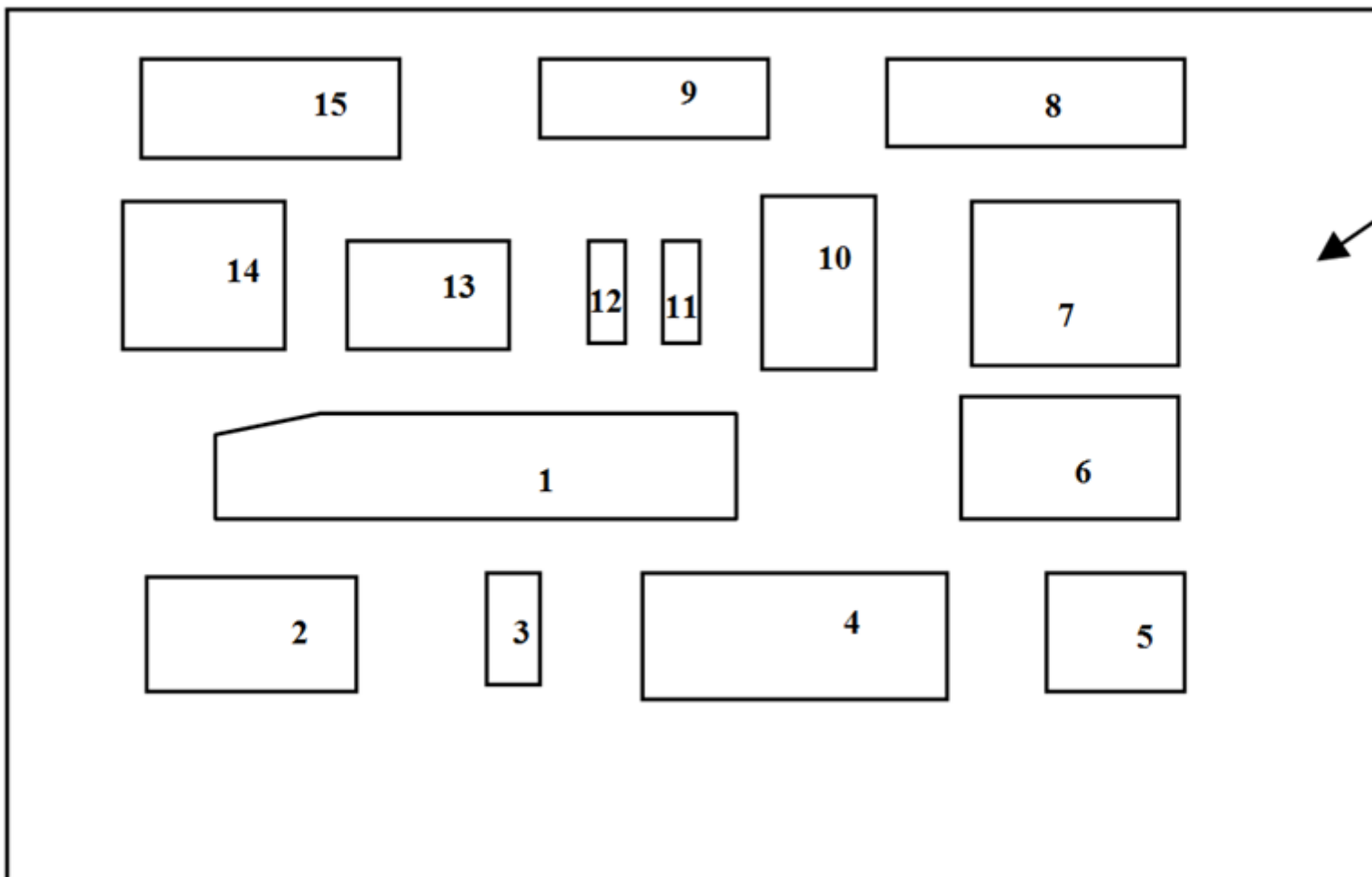


Рисунок 1 - Генплан домостроительной компании

Таблица 3 – Сведения об электрических нагрузках РМЦ

Номер на генплане	Наименование ЭП	$P_{\text{ном}}$, кВт
1	Станок токарно-винторезный с ЧПУ	15
2-5	Станок токарно-винторезный	10
6-8	Вертикально-сверлильный станок	4,5
9-11	Радиально-сверлильный	8
12	Вертикально-фрезерный станок	17
13	Горизонтально-фрезерный станок	12
14	Ножницы	14
15	Пресс эксцентриковый	4
16	Фрезерный станок	7,5
17-26	Горизонтально-намоточный станок	17
27	Пресс фрикционный	22
28	Пневматический молот	18
29-33	Электропечь	36
34-36	Пресс ножницы	13
37	Вентилятор	10
38,39	Внутришлифовальный станок	14
40,41	Станок отрезной с дисковой пилой	8
42,43	Преобразователь сварочный, ПВ=40%	15
44-50	Сварочный агрегат, ПВ=60%	50
51-54	Настольно-сверлильный станок	4
55-58	Намоточный станок	4
59	Вентилятор	10
60,61	Сушильный шкаф	8
62	Тельфер	20
63,64	Кран-балка, ПВ=40%	25
65	Кран-балка, ПВ=25%	10

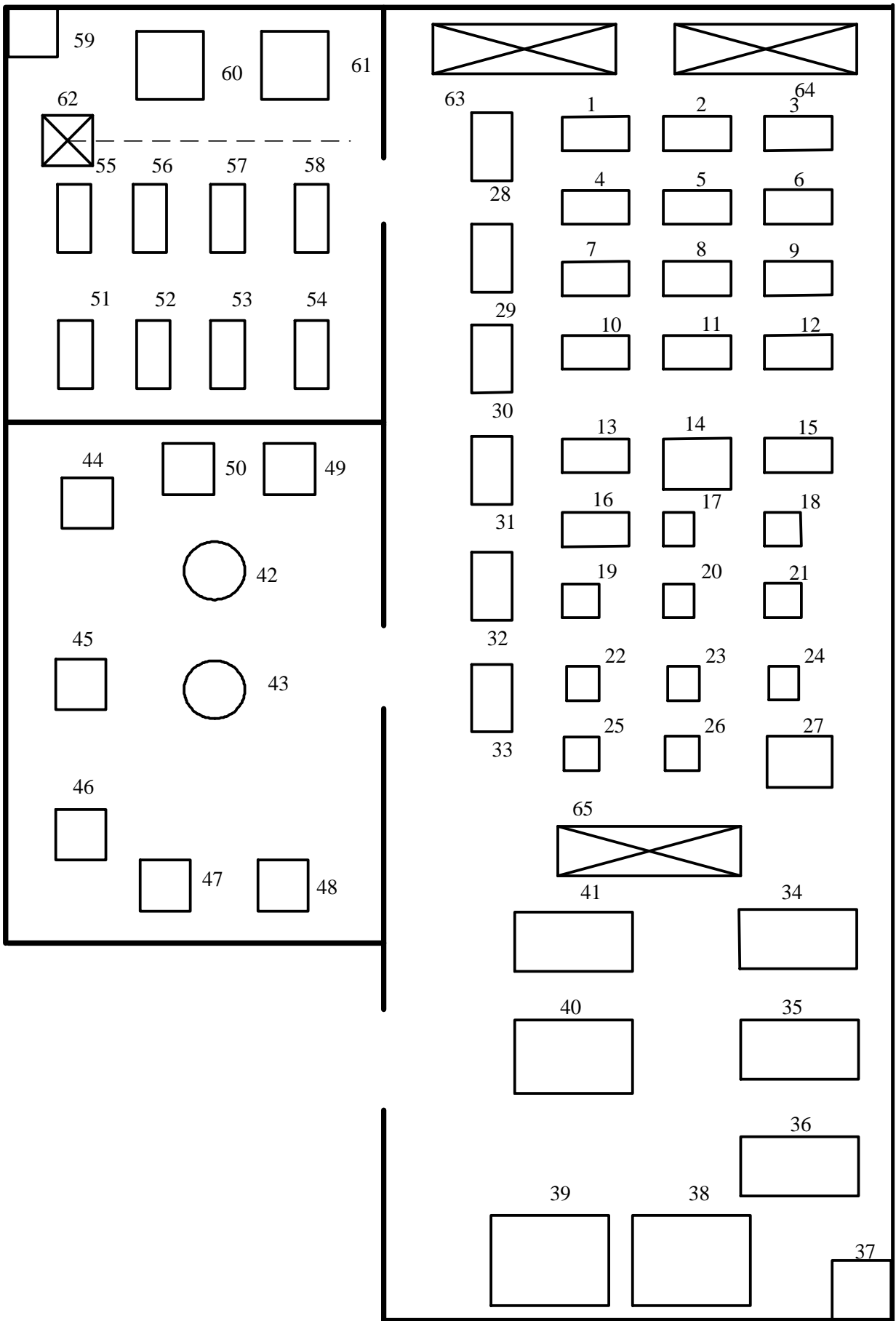


Рисунок 2– Генплан РМЦ

Методы исследования применяемые в работе связаны с технико-экономическим решением комплексных задач электроснабжения. Главные вопросы работы заключаются в двух аспектах. Первая проблема - это технико-экономическое обоснование выбора напряжения питающей линии ГПП. Вторая проблема – компенсация реактивной мощности в системе электроснабжения домостроительной компании по правилу минимума приведенных затрат. [1]

3. СПЕЦВОПРОС

Расчет молниезащиты ГПП домостроительной компании.

Расчитать молниезащиту – это значит определить тип защиты, ее зону, параметры и ожидаемое количество поражений объекта молнией в год.

ГПП защищена четырьмя установленными на порталах молниеотводами. Молниезащита имеет степень надежности 95%.

Исходные данные для расчета зоны защиты многократного стержневого молниеотвода сведены в таблице 24.

Таблица 24 – Данные для расчета молниезащиты

Обозначение параметра	Наименование параметра	Ед. изм.	Значение параметра	Источник
a	Длина ОРУ	м	48	Технические условия
b	Ширина ОРУ	м	36	Технические условия
h_x	Высота наиболее высокого объекта	м	7	Технические условия
n	Число грозových часов в году	ч/год	50	[5,8]

1. Выбор высоты молниеотвода.

Предельное расстояние между молниеотводами определяется по соотношению:

$$L = \sqrt{l_1^2 + l_2^2} = \sqrt{25^2 + 34,75^2} = 42,8 \text{ м.}$$

Для молниеотводов высотой $h \leq 30$ м условие защиты всей площади имеет вид: $L \leq 8(h - h_x) = 8h_a$ [8]. Из этого соотношения превышение высоты молниеотвода h_a над высотой защищаемого объекта h_x должно составлять:

$$h_a \geq \frac{L}{8} = \frac{42,8}{8} = 5,35 \text{ м.}$$

Полная высота типового молниеотвода КТПБ:

$$h = h_x + h_a = 7 + 7 = 14 \text{ м};$$

то есть $L = 42,8 \text{ м} < 8h_a = 8 \cdot 7 = 56 \text{ м}$.

Данные молниеотводы должны обеспечить защиту всей площади ОРУ подстанции от прямых ударов молнии.

2. Определение границ зоны защиты.

Для многократных стержневых молниеотводов зона защиты строится посредством попарно взятых соседних стержневых молниеотводов [8].

Высота вершины конуса стержневого молниеотвода h_0 и радиусы защиты на уровне земли r_0 и на высоте защищаемого объекта r_z определяется как для одиночного стержневого молниеотвода:

$$h_0 = 0,92h = 0,92 \cdot 14 = 12,88 \text{ м};$$

$$r_x = 1,5(h - 1,1h_x) = 1,5(14 - 1,1 \cdot 7) = 9,45 \text{ м};$$

$$r_0 = 1,5h = 1,5 \cdot 14 = 21 \text{ м}.$$

Высота средней части попарно взятых молниеотводов:

$$h_{\min 1} = h_{c1} = h_0 - 0,14(l_1 - h) = 12,88 - 0,14(25 - 14) = 12,66 \text{ м};$$

$$h_{\min 2} = h_{c2} = h_0 - 0,14(l_2 - h) = 12,88 - 0,14(34,75 - 14) = 10 \text{ м}.$$

Ширина средней части зоны попарно взятых молниеотводов на уровне земли составляет:

$$r_c = r_0 = 1,5h = 1,5 \cdot 14 = 21 \text{ м}.$$

а на уровне высоты защищаемого объекта:

$$r_{cx1} = r_0 \frac{h_{c1} - h_x}{h_{c1}} = 21 \cdot \frac{12,66 - 7}{12,66} = 9,4 \text{ м};$$

$$r_{cx2} = r_0 \frac{h_{c2} - h_x}{h_{c2}} = 21 \cdot \frac{9,98 - 7}{9,98} = 6,27 \text{ м}.$$

Полученные параметры нанесены на план подстанции (Рисунок 13). Из Рисунка 13 видно, что защищаемый объект попадает в зону молниезащиты, то есть четыре молниеотвода высотой $h = 14$ м обеспечивают защиту подстанции от прямых ударов молнии.

3. Определение надежности защиты подстанции от прямых ударов молнии.

Число ударов в год определяется по соотношению:

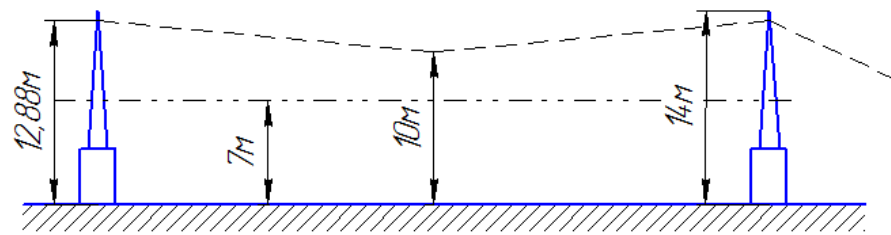
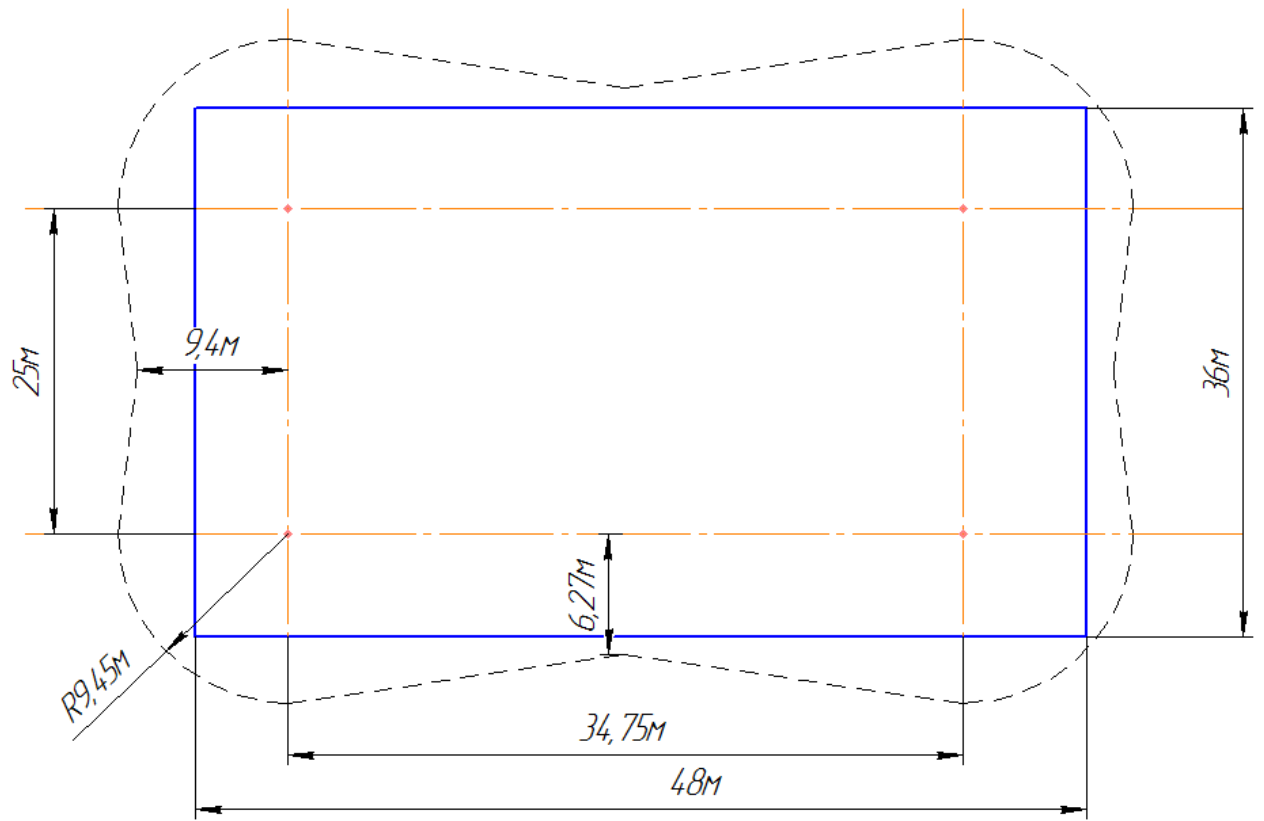
$$\begin{aligned} N &= 0,06n(a+10h)(b+10h) \cdot 10^{-6} = \\ &= 0,06 \cdot 50(48+10 \cdot 14)(36+10 \cdot 14) \cdot 10^{-6} = 0,1 \end{aligned}$$

Число отключений подстанции по составит:

$$\gamma = N \cdot \psi_n \cdot \psi_i \cdot \psi_g = 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,68 \cdot 0,7 = 0,5 \cdot 10^{-4}$$

а показатель грозоупорности:

$$m = \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{0,5 \cdot 10^{-4}} = 2 \cdot 10^4$$



4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

Поставленные цели могут быть достигнуты с помощью решения следующих задач:

- Составление SWOT-анализа проектировки ремонтно-механического цеха домостроительной компании;
- Планирование технико-конструкторских работ;
- Определение ресурсной (ресурсосберегающей) эффективности данного проекта

SWOT-анализ системы электроснабжения мебельного завода

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

Для проведения SWOT-анализа составляется матрица SWOT, в которую записываются слабые и сильные стороны проекта, а также возможности и угрозы [8].

Матрица SWOT приведена в таблице 24.

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации, представленные в таблицах 25 и 26.

Таблица 24 - Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: С1. Высокая энергоэффективность и энергосбережение технологий С2. Квалифицированный персонал. С3. Повышение безопасности производства С4. Применяемое оборудование испытано в работе С5. Применение стандартизированного оборудования и комплектующих	Слабые стороны проекта: Сл1. Трудность монтажа системы Сл2. Дороговизна оборудования Сл3. Сложность эксплуатации электрооборудования Сл4. Малая мобильность объектов Сл5. Большая доля ручного труда
Возможности: В1. Увеличение производительности электрооборудования В2. Появление дополнительной автоматизированной системы управления внутрицеховой структуры В3. Появление более простых универсальных электрических систем внутризаводской и внутрицеховой сети В4. Применение энергоэффективного оборудования	В1С1С2С3С4С5; В2С1С3С4С5; В3С1С2С3С4С5; В4С1С4С5;	В1Сл3Сл5; В2Сл1Сл2Сл3Сл5; В3Сл1Сл2Сл5; В4Сл1Сл2Сл3;
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на технологии производства У2. Аварийные ситуации У3. Введения дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации продукции У4. Угрозы выхода из строя сложного энергоемкого оборудования	У1С2; У3С3;	У1Сл1Сл2; У2Сл5 У3Сл1Сл2; У4Сл1Сл3;
Примечание: С - сильные стороны проекта; Сл - слабые стороны проекта; В – возможности; У – угрозы.		

Таблица 25 - Интерактивная матрица возможностей

Возможности	Сильные стороны проекта					
		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	+	+	+	+
	В2	+	-	+	+	+
	В3	+	+	+	+	+
	В4	+	-	-	+	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	-	-	+	-	+
	В2	+	+	+	-	+
В3	+	+	-	-	+	
В4	+	+	+	-	-	

Таблица 26 - Интерактивная матрица угроз

Угрозы	Сильные стороны проекта					
		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	+	-	-	-
	У2	-	-	-	-	-
	У3	-	-	+	-	-
	У4	-	-	-	-	-
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	-	-	-
	У2	-	-	-	-	+
У3	+	+	-	-	-	
У4	+	-	+	-	-	

В результате проведения SWOT-анализа были выявлены сильные и слабые стороны технического проекта, проведена оценка надежности и возможностей данного проекта. В нашем проекте одними из самых сильных сторон являются высокая энергоэффективность, энергосбережение технологий и повышенная безопасность производства, которые обеспечивают высокую производительность и экономичности технологического процесса. Однако присутствуют слабые стороны, одним из таких примеров является трудность монтажа системы, что является

большим минусом при реализации проекта. Угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

Планирование научно-исследовательской разработки

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.

Структура работы в рамках научного исследования

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

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования - проектирование системы электроснабжения домостроительной компании, провести распределение исполнителей, в состав которых входят научный руководитель и инженер - проектировщик, по видам работ. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей по данным видам работ приведены в таблице 27.

Таблица 27 - Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления технического проектирования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
Проектирование системы электроснабжения домостроительной компании	3	Расчет электрических нагрузок предприятия	Инженер
Проектирование системы электроснабжения домостроительной компании	4	Проектирование системы внутризаводского электроснабжения	Инженер
	5	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	Инженер
Оформление отчета по техническому проектированию	6	Составление пояснительной записки	Инженер
	7	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Научный руководитель

Номерам этапов соответствуют следующие виды выполняемых работ, представленные в таблице 27.

№ 1 – Составление и утверждение технического задания – включает в себя формулировку требований к техническому проекту, составление задания и плана на работу, выдача ТЗ инженеру;

№ 2 – Подбор и изучение материалов по теме – ознакомление с предметом работы, изучение различных источников, позволяющих узнать больше информации о проекте;

№ 3 – Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия:
 1) расчет нагрузки ремонтно-механического цеха методом коэффициента расчетной мощности 2) нахождение нагрузок остальных цехов предприятия

методом коэффициента спроса 3) определение полной мощности предприятия;

№ 4 – Проектирование системы внутризаводского электроснабжения:

- 1) выбор схемы внутризаводского электроснабжения, проектирование трансформаторных подстанций ТП, выбор кабельных линий КЛ 10 кВ
- 2) Проектирование главной понизительной подстанции ГПП 3) расчет токов КЗ в сети выше 1000 В;

№ 5 – Проектирование системы внутрицехового электроснабжения:

- 1) Выбор защитной аппаратуры, проектирование питающей и распределительной сетей цеха
- 2) построение эпюры отклонения напряжения
- 3) расчет токов КЗ в сети до 1000 В и построение карты селективности

№ 6 – Составление пояснительной записки – оформление выпускной квалификационной работы;

№ 7 – Проверка выпускной квалификационной работы руководителем – проверка работы руководителем, устранение недочетов.

Определение трудоемкости выполнения работ

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 $t_{ожи}$ используется следующая формула [2]:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{мини} + 2t_{макс}}{5},$$

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

$t_{мини}$ – 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_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

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

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

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

При проектировании и разработки моделей все действия выполняются последовательно, соответственно продолжительность каждой работы будет равна $T_{pi} = t_{ожi}$.

В таблице 28 приведены ожидаемая трудоемкость и время выполнения работ.

Таблица 28 - Определение трудоемкости и длительности выполнения работ

Название работы	Трудоёмкость работ, чел-дни						Длительность работ в рабочих днях	
	t_{\min}		t_{\max}		$t_{ожi}$			
	Научный руководитель	Инженер	Научный руководитель	Инженер	Научный руководитель	Инженер	Научный руководитель	Инженер
Составление и утверждение технического задания	1	-	3	-	1,8	-	3	-
Подбор и изучение материалов по теме	-	3	-	5	-	3,8	-	6
Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия	-	-	-	-	-	-	-	-

<ul style="list-style-type: none"> расчет нагрузки ремонтно-механического цеха 	-	2	-	5	-	4,8	-	5
<ul style="list-style-type: none"> нахождение нагрузок остальных цехов предприятия 	-	2	-	4	-	2,8	-	4
<ul style="list-style-type: none"> определение полной мощности предприятия 	-	1	-	3	-	1,8	-	3
Проектирование системы внутриводского электроснабжения	-	-	-	-	-	-	-	-
<ul style="list-style-type: none"> выбор схемы внутриводского электроснабжения, проектирование трансформаторных подстанций ТП, выбор кабельных линий КЛ 10 кВ 	-	7	-	12	-	9	-	13
<ul style="list-style-type: none"> Проектирование главной понизительной подстанции ГПП 	-	7	-	12	-	9	-	13
<ul style="list-style-type: none"> расчет токов КЗ в сети выше 1000 В 	-	7	-	12	-	9	-	13
Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	-	-	-	-	-	-	-	-
<ul style="list-style-type: none"> проектирование питающей и распределительной сетей цеха 	-	7	-	12	-	9	-	13
<ul style="list-style-type: none"> построение эпюры отклонения напряжения 	-	7	-	12	-	9	-	13
<ul style="list-style-type: none"> расчет токов КЗ в сети до 1000 В и построение карты селективности 	-	7	-	12	-	9	-	13
Составление пояснительной записки	-	4	-	8	-	5,6	-	9
Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	2	-	4	-	2,8	-	4	-
Примечание: минимальное t_{\min} и максимальное время t_{\max} получены на основе экспертных оценок.								

Разработка графика проведения технического проекта

Наиболее удобным и наглядным в данном случае является построение ленточного графика проведения технических 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 работ[10].

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}};$$

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

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

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

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

Определим коэффициент календарности на 2016 год:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 126} = 1,525.$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе необходимо округлить до целого числа. Все рассчитанные значения сводим в таблицу 28.

На основе таблицы 28 строим план-график проведения технического проекта. График строится по длительности исполнения работ в рамках

технического проекта, с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени написания ВКР. График представлен в таблице 29.

Согласно составленному календарному плану с учетом вероятностного характера выполнения работ (благоприятный, неблагоприятный), продолжительность проектирования составляет 12 декад, начиная со второй декады февраля, заканчивая первой декадой июня.

Далее, по диаграмме Ганта можно наглядно оценить показатели рабочего времени для каждого исполнителя. Продолжительность выполнения проекта в календарных днях составит 112 дней, из которых 105 дней – продолжительность выполнения работ инженером - проектировщиком, а 7 дней – продолжительность выполнения работ научным руководителем.

Таблица 29 - Календарный план-график проведения технического проекта

№	Вид работ	Исп-ли	T _{pi} , раб. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				Февр.		Март			Апрель			Май			Июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель	3	■												
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	6	■												
3	Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия															
	• нахождение нагрузок цеха	Инженер	5		■											
	• нахождение ЦЭН	Инженер	4		■											
	• установка ГПП	Инженер	3			■										
4	Проектирование системы внутризаводского электроснабжения															
	• расчет нагрузок по заводу	Инженер	13			■										
	• выбор защитной аппаратуры	Инженер	13			■										
	• построение картограммы по заводу	Инженер	13				■									
5	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения															
	• расчет нагрузок по цеху	Инженер	13					■								
	• выбор защитной аппаратуры	Инженер	13					■								
	• построение схемы цеха	Инженер	13						■							
7	Составление пояснительной записки	Инженер	9												■	
8	Проверка ВКР руководителем	Руководитель	4												■	

Составление сметы затрат на разработку технического проекта

Смета затрат – это документ, определяющий окончательную и предельную стоимость реализации проекта, служит исходным документом капитальных вложений, в которых определяются затраты, необходимые для выполнения полного объема работ.

Смета затрат включает в себя:

- материальные затраты;
- полную заработную плату исполнителей технического проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

Расчет материальных затрат

В материальные затраты включаются затраты на канцелярские принадлежности.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

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

где m – количество видов материальных ресурсов;

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

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

Таблица 30 - Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Z_m), руб.
Бумага	1	400	400
Ручка	3	40	120
Папка	1	30	30
Калькулятор	1	800	800
Линейка	1	50	50
Карандаш	2	20	40
Ластик	1	20	20
Услуги печати	100	2	200
Итого			1660

Определение полной заработной платы исполнителей проекта

В разработке данного проекта принимают участие следующие лица: руководитель (от ТПУ), инженер-проектировщик (студент). Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

1. Заработная плата инженера-проектировщика (студента).

Заработная плата инженера-проектировщика определяется как:

$$Z_{\Pi} = Z_{осн} + Z_{доп};$$

где $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, составляет $0,15 \cdot Z_{осн}$;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата.

Размер основной заработной платы определяется по формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p;$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата;

T_p – суммарная продолжительность работ, выполняемая научно-техническим работником в соответствии с таблицей 5.

Размер среднедневной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D};$$

где Z_M – месячный оклад научно-технического работника;

M – количество месяцев работы без отпуска ($M = 10,95$ для пятидневной рабочей недели и отпуске в 32 рабочих дней);

F_D – действительный годовой фонд научно технического персонала (определяется за вычетом выходных, праздничных и больничных дней).

Месячный оклад научно-технического работника определяется по формуле:

$$Z_M = Z_{ТС} \cdot (1 + k_{np} + k_D) \cdot k_p;$$

где Z_{TC} – заработная плата по тарифной ставке;

k_{np} – премиальный коэффициент, равный 30%;

k_D – коэффициент доплат и надбавок, составляет примерно 25%;

k_p – районный коэффициент, для Томска равен 1,55.

Размер заработной платы по тарифной ставке определяется по формуле:

$$Z_{TC} = T_{ci} \cdot k_T;$$

где T_{ci} – тарифная ставка;

k_T – тарифный коэффициент в зависимости от ставки.

Используя выше изложенную методику, вычислим размер заработной платы инженера-проектировщика (студента), работающего по 4 разряду и не бравшего больничные дни.

$$Z_{TC} = T_{ci} \cdot k_T = 4330 \cdot 0,75 = 3248 \text{ руб};$$

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_D) \cdot k_p = 3248 \cdot (1 + 0,3 + 0,25) \cdot 1,55 = 7800 \text{ руб};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{7800 \cdot 10,95}{366 - 126} = 356 \text{ руб};$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p = 356 \cdot 72 = 25632 \text{ руб};$$

$$Z_{II} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дон}} = 25632 + 0,15 \cdot 25632 = 29477 \text{ руб}.$$

По аналогии рассчитаем заработную плату научного руководителя:

$$Z_{TC} = T_{ci} \cdot k_T = 8000 \cdot 1,407 = 11256 \text{ руб};$$

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_D) \cdot k_p = 11256 \cdot (1 + 0,3 + 0,35) \cdot 1,55 = 28787,22 \text{ руб};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{28787,22 \cdot 10,95}{366 - 126} = 1313,42 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p = 1313,42 \cdot 6 = 7880 \text{ руб};$$

$$Z_{II} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дон}} = Z_{\text{осн}} + 0,25 \cdot Z_{\text{осн}} = 7880 + 0,25 \cdot 7880 = 9850 \text{ руб}.$$

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 основании пункта 1 ст.58 Федерального закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году вводится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$Z_{\text{внеб1}} = 0,271 \cdot (29477) = 7988 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{внеб2}} = 0,271 \cdot (9850) = 2669 \text{ руб.}$$

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:

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= Z_{\text{проч.}} \cdot k_{\text{нр}} = (Z_{\text{спец}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot 0,16 = \\ &= (1660 + 29477 + 9850 + 10657) \cdot 0,16 = 8263 \text{ руб} \end{aligned}$$

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

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16%.

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 проекта.

Определение суммы затрат на технический проект приведено в таблице.

Таблица 31 - Смета затрат технического проекта

<i>Наименование статьи</i>	<i>Сумма, тыс. руб.</i>	<i>Доля, %</i>
1. Материальные затраты	1,66	2,77
2. Затраты по полной заработной плате исполнителей темы	39,327	65,65
3. Отчисления во внебюджетные фонды	10,657	17,79
4. Накладные расходы	8,263	13,79
<i>Итого</i>	59,907	100,0

Смета затрат на разработку технического проекта составляет 59,907 тыс. руб, из которых более половины (65,65%) составляют затраты на оплату труда исполнителей проекта. Все результаты проекта оказались ожидаемы и могут быть реализованы.

Определение ресурсоэффективности проекта

Определение ресурсоэффективности технического проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности [1]:

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

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

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

Для нормального функционирования данного метода необходимо принять ряд критериев, в данном случае выбираем следующие:

- Надежность – бесперебойное снабжение потребителей электроэнергией надлежащего качества.
- Гибкость – система электроснабжения должна быть рассчитана на "рост" в случае необходимости расширения предприятия и должна допускать легкое приспособление к изменению технологических процессов.
- 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).
- Простота эксплуатации – система электроснабжения должна обеспечиваться рациональным расположением элементов, ясностью и простотой схемы, чтобы персонал даже средней квалификации мог успешно выполнять все необходимые операции.
- Экономичность – система электроснабжения должна быть выполнена таким образом, чтобы затраты на ее создание, эксплуатацию и развитие были минимальными при условии соблюдения требований гибкости, безопасности и надежности.

После выбора критериев необходимо оценить их по 5-и балльной шкале и определить интегральный показатель, с помощью которого делается вывод об эффективности использования технического проекта.

Весомая часть финансовых вложений при проектировании системы электроснабжения предприятия приходится на главную понижающую подстанцию. Одним из основных факторов влияющих на стоимость ГПП является схема ГПП. Возможные варианты исполнения:

- 1) ЗН – Блок (линия – трансформатор) с выключателем

2) 4Н – Два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линии

3) 5Н – Мостик с выключателями в цепях линий и ремонтной перемычкой со стороны линии

Рассчитаем интегральные показатели ресурсоэффективности для данных схем ГПП, результаты сведем в таблицу 32.

Таблица 32 - Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка разработки		
		Схема - 3Н	Схема - 4Н	Схема - 5Н
1. Экономичность	0,2	5	4	3
2. Гибкость	0,10	3	4	4
3. Безопасность	0,25	4	5	5
4. Обеспечение надлежащего качества электроэнергии	0,20	3	5	5
5. Надежность	0,25	4	5	5
Показатель ресурсоэффективности	-	3,9	4,7	4,5

Интегральный показатель ресурсоэффективности рассчитывается по формуле:

$$I_{pi} = 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 = 4,7$$

Схема 4Н имеет наибольший интегральный показатель ресурсоэффективности среди трёх конкурентных технических решений, что подтверждает правильность выбора данной схемы в проекте системы электроснабжения домостроительной компании.

Заключение

В результате выполнения данной выпускной квалификационной работы была спроектирована сеть электроснабжения домостроительной компании, с подробной проработкой электроснабжения РМЦ.

Методом коэффициента расчетной активной мощности была определена полная расчетная мощность РМЦ и расчетный ток которые составили соответственно: $S_p = 450,79$ кВА, $I_p = 684,89$ А. Также определена полная расчетная мощность предприятия.

По итогам выполненного расчета построена картограмма электрических нагрузок, определен ЦЭН, вблизи которого установлена ГПП.

Был произведен выбор числа и мощности цеховых трансформаторов марки ТМ: 6 трансформаторов номинальной мощностью 630 кВА и 4 трансформатора 1600 кВА с их размещение по трансформаторным подстанциям на территории предприятия с учетом категорий надежности цехов. Питание цеховых трансформаторов выполнено по радиальной схеме кабельными линиями напряжением 10 кВ марки ААШв проложенных в траншеях.

Компенсация реактивной мощности осуществляется непосредственно вблизи ЭП, на напряжении 0,4 кВ батареями УКМ 58-04-100-33,3УЗ присоединенным к сборным шинам НН ТП. Такой вариант был принят после произведенных технико-экономических расчетов.

ГПП спроектирована по схеме 4Н - два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линий, питание производится по двухцепной ВЛ 35 кВ, выполненной проводом марки АС-95/16. На ГПП установлено два трансформатора марки ТМН-6300/35. В качестве распределительного устройства 10 кВ было решено использовать КРУ 10 кВ К-63 предприятия ОАО «Самарский завод «Электроцит».

Питающая сеть РМЦ 0,4 кВ выполнена кабелями марки АВВГ, все сечения проходят необходимые проверки. Прокладка кабелей осуществлена открыто в лотках. Выбраны силовые распределительные шкафы серии ПР с автоматическими выключателями серии ВА.

Для проверки кабельных линий 10 кВ на термическую стойкость и по потере напряжения были рассчитаны токи КЗ выше 1 кВ. Также были рассчитаны токи КЗ в нескольких точках в низковольтных сетях для построения карты селективности действия защитных аппаратов.

Заключительным этапом расчетно-аналитической части стал расчет распределительной сети РМЦ по условиям допустимой потери напряжения, с целью построения эпюры отклонений напряжения до наиболее удаленного ЭП РМЦ для максимального и минимального режима нагрузок. Из эпюр видно, что отклонение напряжения находится в допустимых пределах, а именно $\pm 5\%$.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», выполнены следующие задачи:

- произведен SWOT-анализ, исходя из которого видно, что угрозы имеют малые вероятности, что свидетельствует о высокой надежности проекта.
- была разработана ленточная диаграмма Ганта, позволяющая лучше и наиболее эффективно спланировать рабочее время исполнителей.
- составлена сметы технического проекта позволившая оценить первоначальный бюджет на реализацию технического проекта.
- оценена ресурсоэффективность проекта, по интегральному показателю, который составил 4,7 по 5-балльной шкале, что свидетельствует о эффективности выполнения технического проекта.

В разделе «Социальная ответственность» выполнена оценка условий труда, произведен анализ вредных и опасных факторов производства, рассмотрены охрана окружающей среды и пожарная безопасность, представлены меры защиты от опасных факторов.

Список используемых источников

1. Л.П. Сумарокова, Электроснабжение промышленных предприятий. Учеб. Пособие. - Томск: ТПУ, 2012. – 288 с.
2. Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения: Справочные материалы по электрооборудованию: Учеб. пособие / Том. политехн. ун-т. – Томск, 2005. – 168 с.
3. Л.Д. Рожкова, В.С. Козулин. Электрооборудование станций и подстанций. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 646 с.
4. Справочник по проектированию электрических сетей/Под ред. Д.Л. Файбисовича. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2006. – 352 с.: ил.
5. Правила устройства электроустановок [Текст]: Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. – Новосибирск: Сиб. Унив. Изд-во, 2009. – 853 с., ил.
6. Г.Н. Климова, А.В. Кабышев. Элементы энергосбережения в электроснабжении промышленных предприятий: учебное пособие/ Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – с.
7. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: справочник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА – М, 2006. – 480 с.
8. Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения объектов и установок: учебное пособие – Томск: Изд-во ТПУ, 2006 – 148 с.
9. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. – Томск: ТПУ, 2014. – 37 с.
10. Томпсон А.А., Стрикленд Дж.А. Стратегический менеджмент: концепции и ситуации для анализа, 12-е издание: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2006 – 928 с.
11. Виханский О.С. Стратегическое управление. – М.: Гардарики, 2009. – 164 с.
12. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – 6е изд., переработанное и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 824 с.