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
5АЗД	Богачков И.К.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Сарсикеев Е.Ж.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Потехина Н.В.			

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		

Томск – 2017 г

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

Институт **Энергетический (ЭНИИ)**

Направление подготовки **13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника**

Кафедра **Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)**

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. зав. кафедрой ЭПП

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
5А3Д	Богачкову Ивану Константиновичу

Тема работы:

Проектирование системы электроснабжения домостроительной компании	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ №969/с от 15.02.2017

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.).

Объектом исследования является ремонтно-механический цех домостроительной компании.

В качестве исходных данных представлены:

- генеральный план предприятия;*
- план ремонтно-механического цеха;*
- сведения об электрических нагрузках всего предприятия;*
- сведения об электрических нагрузках ремонтно-механического цеха.*

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - постановка задачи проектирования; - проектирование системы электроснабжения рассматриваемой компании; - рассмотрение особенностей трансформаторных подстанций в системах электроснабжения с последующим выбором цеховых трансформаторов; - обсуждение результатов выполненной работы; - разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»; - разработка раздела «Социальная ответственность»; - заключение.
--	--

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - схема расположения ГПП и цеховых ТП с картограммой электрических нагрузок базы; - однолинейная схема внешнего электроснабжения компании; - однолинейная схема электроснабжения ремонтно-механического цеха; - этюры отклонений напряжения; - карта селективности; - молниезащита;
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Потехина Нина Васильевна
«Социальная ответственность»	Дашковский Анатолий Григорьевич

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Сарсикеев Е.Ж.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Богачков И.К.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 154 с., 14 рис., 58 табл., 32 источников, 5 прил.

Ключевые слова: электроприемник, электрическая нагрузка, реактивная мощность, цеховое электроснабжение, схема электроснабжения, компенсация, трансформаторная подстанция, короткое замыкание, распределительный пункт, карта селективности, отклонение напряжения.

Объектом исследования является ремонтно-механический цех домостроительной компании.

Цель работы – проектирование системы электроснабжения домостроительной компании и экономическое обоснование принятых технических решений.

В процессе исследования были произведены расчет электрических нагрузок ремонтно-механического цеха и завода в целом, выбор оборудования и проверка его при различных режимах работы.

В результате исследования была получена модель системы электроснабжения домостроительной компании, рассмотрение ее экономической целесообразности и безопасности для окружающей среды.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: предприятие включает в себя пятнадцать цехов, из которых восемь относятся ко второй категории, а семь к третьей категории надежности по степени надежности электроснабжения, напряжения источника энергии, внутривозводской и цеховой сетей соответственно 35; 10; 0,4 кВ.

Область применения: строительная отрасль.

Оглавление

Введение	10
1.Объект и методы исследования.....	12
2.Расчеты и аналитика.....	15
2.1 Описание технологического процесса.....	15
2.2 Выбор схемы электроснабжения цеха	15
2.3 Определение расчетной электрической нагрузки ремонтно-механического цеха.....	16
2.4 Определение расчётной нагрузки предприятия в целом	21
2.5 Построение картограммы и определение условного центра электрических нагрузок	30
2.6 Построение зоны рассеяния условного центра электрических нагрузок	32
2.7 Выбор количества, мощности и расположения цеховых трансформаторных подстанций с учетом компенсации реактивной мощности.	34
2.8 Выбор количества трансформаторов с учетом компенсации реактивной мощности.....	36
2.9 Компенсация реактивной мощности на шинах 0,4 кВ цеховых трансформаторных подстанций и уточнение их нагрузки	47
2.10 Выбор рационального напряжения внешнего электроснабжения предприятия	49
2.11 Выбор трансформаторов ГПП.....	50
2.12 Выбор сечения линии, питающей ГПП	51
2.13 Схема внутризаводской распределительной сети 10 кВ	53
2.14 Расчёт токов короткого замыкания в сети выше 1000 В.	57
2.15 Выбор оборудования ГПП.....	68
2.16 Электроснабжение ремонтно-механического цеха	81
2.17 Выбор аппаратов защиты цеховой сети	83
2.16 Выбор распределительных пунктов (ПР).....	89
2.17 Выбор радиального шинопровода (ШРА).....	90
2.18 Выбор сечений линий питающей сети цеха.....	91
Результаты расчета сечений сети цеха приведены в таблице 40.	93
2.19 Расчет токов короткого замыкания в сети ниже 1000 В.....	93
2.20 Расчет питающей и распределительной сети по условиям допустимой потери напряжения. Построения эпюры отклонений напряжения	100
2.21 Построение карты селективности действия аппаратов защиты	106
2.21 Молниезащита ГПП	107
2.21.1 Выбор высоты молниеотводов	108

2.21.2	Определение границ зоны защиты.....	108
2.21.3	Определение надёжности защиты подстанции от прямых ударов молний.....	109
2.21.4	Расчёт заземления молниеотводов	111
3.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	8
3.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	8
3.2	Планирование научно-исследовательской разработки	9
3.2.1	Структура работы в рамках научного исследования	9
3.2.2	Определение трудоёмкости выполнения проектировочных работ	10
3.2.3	Построение графика работ.....	12
3.3	Бюджет научно-технического исследования	14
3.3.1	Расчет материальных затрат.....	14
3.3.2	Амортизация компьютера.....	15
3.3.3	Заработная плата исполнителей	15
3.3.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	17
3.3.5	Накладные расходы	17
3.3.6	Формирование сметы технического проекта.....	18
3.4	Оценка ресурсоэффективности проекта.....	18
4.	Социальная ответственность	126
4.1	Описание рабочей зоны	126
4.2	Анализ опасных и вредных факторов.....	126
4.3	Производственная санитария	127
4.3.1	Воздух рабочей зоны.....	127
4.3.2	Вентиляция.....	128
4.3.3	Защита от шума и вибрации	129
4.3.4	Освещение	130
4.3.5	Электромагнитные поля.....	132
4.4	Электробезопасность.....	133
4.4.1	Защита от случайного прикосновения.....	135
4.4.2	Защитное заземление.....	135
4.4.3	Зануление.....	138
4.5	Мероприятия по пожарной безопасности	139
4.6	Охрана окружающей среды	141
4.7	Эвакуация людей из зданий и помещений.....	142
4.9	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	143

Заключение.....	21
Список литературы.....	147
Приложение А – Схема расположения ГПП и цеховых ТП с картограммой нагрузок	150
Приложение Б – Однолинейная схема внешнего электроснабжения компании	151
Приложение В– Однолинейная схема электроснабжения ремонтно- механического цеха. Карта селективности.	152
Приложение Г – Эпюры отклонений напряжения . Силовая схема цеха.	153
Приложение Д – Молниезащита предприятия	154

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель данного раздела заключается в аргументировании рациональной разработки технического проекта. В разделе рассматриваются планово-временные и материальные составляющие процесса проектирования.

Реализация цели достигается решением следующих задач:

1. Анализ конкурентных технических решений;
2. Планирование работ по проекту;
3. Формирование бюджета затрат;
4. Определение ресурсосберегающей эффективности проекта.

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

Проблема экономически выгодного проектирования системы электроснабжения является одной из самых важных задач проектирования. Проектирование должно проводиться с учетом основных требований нормативных документов, регламентирующих процесс проектирования. Проект должен соответствовать следующим критериям: надежности, экономичности, удобства эксплуатации, возможности дальнейшего развития.

Исследования, проводимые в данной работе, являются обязательными при проектировании системы электроснабжения промышленного предприятия.

Таблица 45 – Оценочная карта

Критерии	Вес критерия	№		№	
		1	2	1	2
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
Практичность эксплуатации	0,25	5	3	1,25	0,75

Продолжение таблицы 45

Необходимость дополнительных исследований	0,25	4	4	1	1
Условия внешней среды	0,15	5	2	0,75	0,3
Унификация метода	0,05	5	4	0,25	0,2
Предоставляемые возможности	0,15	5	3	0,75	0,45
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности					
Суммарная стоимость оборудования	0,15	4	5	0,6	0,75
Итого:	1	21	18	4,6	3,45

где сокращения: «1» - радиальное исполнение схемы, «2» - магистральное исполнение схемы.

По пятибалльной шкале проект получил оценку 4,6. Опираясь на полученный результат, можно утверждать, что радиальное исполнение является наиболее эффективным и целесообразным видом для схемы системы электроснабжения проекта. Уязвимость конкурентного варианта обусловлена следующими критериями: практичностью эксплуатации, предоставляемые возможностями и условиями внешней среды. Представленные критерии играют определяющую роль в выборе варианта исполнения системы электроснабжения.

3.2 Планирование научно-исследовательской разработки

3.2.1 Структура работы в рамках научного исследования

Корректно распланированное время является основополагающим фактором эффективного выполнения поставленной задачи. Поэтому так важно правильно определить этапы работы и трудоемкость при выполнении проекта.

Трудоемкость проектирования проекта имеет стохастический характер, поскольку зависит от множества факторов, и оценивается в человеко-днях.

Примерный порядок работ, разделение исполнителей приведены в таблице 46.

Таблица 46 – Перечень этапов работ при проектировании

Этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Разработка задания на проектирование	1	Составление и утверждение задания	Руководитель, инженер
Подбор направлений исследований	2	Изучение поставленной задачи и поиск материалов по теме	Руководитель, инженер
	3	Выбор моделей и способов анализа	Инженер
	4	Временное планирование работ	Руководитель, инженер
Теоретические исследования	5	Выбор альтернативных вариантов проектирования	Инженер
	6	Поиск методов решения	Инженер
	7	Реализация моделей	Инженер
Обобщение и анализ результатов	8	Анализ итогов проектирования, вопросы безопасности и экологичности проекта	Инженер
	9	Анализ эффективности результатов	Руководитель
Оформление отчета	10	Составление пояснительной записки к проекту	Инженер

3.2.2 Определение трудоёмкости выполнения проектных работ

Основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому важно определить трудоемкость каждого, принимающего участие в научном проекте.

Для вычисления ожидаемой величины трудоемкости $t_{ож_i}$ используют следующую формулу:

$$t_{ож_i} = \frac{3 \cdot t_{\min_i} + 2 \cdot t_{\max_i}}{5};$$

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

$t_{\min}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения работы, чел.-дн.;

$t_{\max_i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения работы, чел.-дн.

Опираясь на ожидаемую трудоёмкость, рассчитывается длительности каждой работы в рабочих днях, при этом учитывается количество исполнителями, по следующей формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

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.

Для простоты построения план-графика длительность этапов из рабочих переводят в календарные дни и рассчитывают по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения одной работы, календ.дн.;

k – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывают по формуле:

$$k = \frac{T_{кд}}{T_{кд} - T_{впд}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

где $T_{кд}$ – количество дней в году, дн.;

$T_{впд}$ – количество выходных и праздничных дней в году, дн.

Результаты расчета сведены в таблицу 46.

Таблица 47 – Временные показатели проведения проекта

№ работы	Исполнители	Продолжительность работ						
		t_{min} , чел.-дн.	t_{max} , чел.-дн.	$t_{ож}$, чел.-дн.	T_p , раб.дн.	T_k , кал.дн.	$У_i$, %	$Г_i$, %
1	Инженер, руководитель	1	2	1,4	0,7	1	0,81	0,81
2	Инженер, руководитель	5	9	6,6	3,3	5	4,07	4,88

Продолжение таблицы 47

3	Инженер	15	30	21	21	31	25,20	30,08
4	Инженер, руководитель	4	12	7,2	3,6	5	4,07	34,15
5	Инженер	15	30	21	21	31	25,20	59,35
6	Инженер	7	21	12,6	12,6	19	15,45	74,80
7	Инженер	7	14	9,8	9,8	14	11,38	86,18
8	Инженер	1	3	1,8	1,8	3	2,44	88,62
9	Руководитель	2	7	4	4	6	4,88	93,50
10	Инженер	4	7	5,2	5,2	8	6,50	100,00
Итого:						123		

3.2.3 Построение графика работ

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.

График строится для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках технического проекта, с разбивкой по месяцам и декадам за период времени подготовки проекта. На основе таблицы 47 строим план-график проведения работ.

Таблица 48 – Календарный план проведения проекта

№	Тип работы	Исполнители	Ткi (кал. дн.)	Продолжительность выполнения работ													
				Февраль		Март			Апрель			Май			Июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение задания	Инженер, руководитель	1														
2	Изучение поставленной задачи и поиск материалов по теме	Инженер, руководитель	5														
3	Выбор моделей и способов анализа	Инженер	31														
4	Временное планирование работ	Инженер, руководитель	5														
5	Выбор альтернативных вариантов проектирования	Инженер	31														
6	Поиск методов решения	Инженер	19														
7	Реализация моделей	Инженер	14														
8	Анализ итогов проектирования, вопросы безопасности и экологичности проекта	Инженер	3														
9	Анализ эффективности полученных результатов	Руководитель	6														
10	Составление пояснительной записки к проекту	Инженер	8														

Диаграмма позволяет зрительно оценить показатели рабочего времени каждого исполнителя. Время выполнения проекта составляет 83 рабочих дня, из них 71 дней – длительность выполнения работ инженером, а 12 – руководителем.

3.3 Бюджет научно-технического исследования

При составлении бюджета научно-технического исследования необходимо рассмотреть все виды расходов. В ходе формирования бюджета используют следующие группы затрат:

- материальные затраты;
- амортизация компьютера;
- заработная плата;
- дополнительная заработная плата;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы.

3.3.1 Расчет материальных затрат

В материальные затраты вносят расходы на канцелярские товары, информационные носители и т.д.

Таблица 49 – Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Бумага	1	250	250
Ручка	2	84	168
Папка	1	50	50
Калькулятор	1	722	722
Итого			1190

В данном разделе не отображены расходы на транспортировку на материалы. Это объясняется тем, что они были доставлены на рабочее место самими исполнителями.

3.3.2 Амортизация компьютера

При линейном методе сумма начисленной амортизации равняется произведению его начальной (либо восстановительной) стоимости и нормы амортизации, определенной для рассматриваемого имущества.

Для определения нормы амортизации воспользуемся формулой:

$$H_A = \frac{1}{n} \cdot 100\% = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\%;$$

где n – время использования в годах;

H_A – норма амортизации.

Сумму амортизационных отчислений рассчитаем по формуле:

$$A = 40 \cdot \frac{H_A}{100\%} \cdot \frac{T_k}{365} = 40 \cdot \frac{33,3}{100\%} \cdot \frac{71}{365} = 2593,61 \text{ руб.}$$

где 40 – стоимость компьютера, тыс.руб.;

T_k – время использования компьютера, дн.

3.3.3 Заработная плата исполнителей

Размер затрат на заработную плату зависит как от трудоемкости выполняемых работ, так и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Заработная плата инженера, руководителя определяется как:

$$Z_{\Pi} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}};$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, составляет $0,33 \cdot Z_{\text{осн}}$;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата.

Размер основной заработной платы определяется по формуле:

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

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

T_p – суммарная продолжительность работ, выполняемая научно-техническим работником.

Размер среднедневной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D};$$

где Z_M – месячный оклад научно-технического работника;

M – количество месяцев работы без отпуска ($M = 10,95$ для пятидневной рабочей недели и отпуске в 24 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:

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

где $Z_{\text{ТС}}$ – заработная плата по тарифной ставке;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент;

k_D – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – районный коэффициент.

Найдем основную заработную плату руководителя по представленным формулам:

$$Z_M = Z_{\text{ТС}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_D) \cdot k_p = 19500 \cdot (1 + 0,3 + 0,35) \cdot 1,3 = 41827,5 \text{ руб.};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{41827,5 \cdot 11,2}{365 - 142} = 2100,75 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p = 2100,75 \cdot 12 = 25209 \text{ руб};$$

$$Z_{\text{п}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} + 0,15 \cdot Z_{\text{осн}} = 25209 + 0,15 \cdot 25209 = 28990,35 \text{ руб.}$$

По аналогии рассчитаем заработную плату инженера:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_D) \cdot k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,25) \cdot 1,3 = 36465 \text{ руб};$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{36465 \cdot 10,4}{365 - 166} = 1905,71 \text{ руб}$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1905,71 \cdot 71 = 135305,41 \text{ руб};$$

$$Z_{II} = Z_{осн} + Z_{доп} = Z_{осн} + 0,15 \cdot Z_{осн} = 135305,41 + 0,15 \cdot 135305,41 = 155601,22 \text{ руб}.$$

3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

С вознаграждений работникам по трудовым договорам уплачиваются взносы во внебюджетные фонды. К ним относятся отчисления в ПФР, ФФОМС, ФСС.

Сумма отчислений рассчитывается по формуле:

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

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

Согласно федеральному закону №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2017 году вводится пониженная ставка – 27,1 %.

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$Z_{внеб1} = 0,271 \cdot 28990,35 = 7856,38 \text{ руб}.$$

$$Z_{внеб2} = 0,271 \cdot 155601,22 = 42167,93 \text{ руб}.$$

3.3.5 Накладные расходы

К накладным расходам относят затраты, которые не были включены в предыдущие статьи расходов. Накладные расходы учитывают расходы на печать и ксерокопирование, на оплату услуг связи, электроэнергии и т.д. Их можно определить по следующей формуле:

$$\begin{aligned} Z_{накл} &= Z_{проч} \cdot k_{пр} = (Z_M + Z_{осн} + Z_{доп} + Z_{внеб} + A) \cdot 0,16 = \\ &= (1190 + 160514,41 + 24077,16 + 50024,31 + 2593,61) \cdot 0,16 = 38143,92 \text{ руб} \end{aligned}$$

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

3.3.6 Формирование сметы технического проекта

Сумма затрат на технический проект представляет основу для формирования бюджета проекта, который является нижним пределом затрат на разработку проекта.

Суммарные затраты на проект приведены в таблице 47.

Таблица 50 – Смета затрат проекта

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Доля, %
1. Материальные затраты	1,19	0,43
2. Амортизация	2,59	0,94
3. Затраты по заработной плате исполнителей темы	184,59	66,68
4. Отчисления во внебюджетные фонды	50	18,06
5. Накладные расходы	38,45	13,89
Итого	276,82	100,0

Смета затрат на разработку технического проекта составляет 276,82 тыс.руб, где затраты на оплату труда исполнителей проекта 66,68 % .

3.4 Оценка ресурсоэффективности проекта

Обзор технических решений позволяет дать оценку сравнительной эффективности проекта и выявить направления его будущего развития. Для этого учитываются следующие критерии, которые представлены в таблице 51 с количественными характеристиками:

1. Экономичность – оптимизация затрат на электрическую часть предприятия на стадии проектирования;
2. Качество электрической энергии – под этим определением имеются в виду качества, определяемые в ГОСТ 32144-2013;

3. Гибкость – увеличение мощности производства, при вводе более мощного оборудования для расширения технологии производства;
4. Надежность – бесперебойное снабжение электроэнергией;
5. Безопасность – характеристика системы электроснабжения сохранять безопасное для персонала состояние при монтаже, эксплуатации и ремонтных работах.

Таблица 51 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка разработки	Интегральный показатель ресурсоэффективности
1. Качество ЭЭ	0,2	5	1,00
2. Надежность	0,2	5	1,00
3. Безопасность	0,25	5	1,25
4. Экономичность	0,15	4	0,6
5. Гибкость	0,2	5	1,00
Итого:	1,00		4,85

Позиция оценивается по каждому показателю по следующей шкале: 1 – наиболее слабая позиция, 5 – наиболее сильная.

Оценка интегрального показателя ресурсоэффективности определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Тогда

$$K_{k\Sigma} = 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 = 4,85$$

Показатель интегрального показателя ресурсоэффективности довольно высок. В результате выполнения задач, установленных при выполнении данного раздела можно сделать вывод, что реализация данного технического проекта отвечает всем требованиям к системе электроснабжения.

В результате выполнения данного раздела ВКР был проведен анализ конкурентных технических решений, который выявил преимущество радиальной схемы системы электроснабжения по сравнению с магистральной.

В процессе планирования проект был разделён на 10 этапов, которые распределены между руководителем и инженером. По полученным данным построили календарный план проведения проекта, выполненный на основе диаграммы Ганта.

Основной из главных частей анализа является формирование бюджета НИ проекта, в котором отражаются расходы на проектирование, в частности материальные расходы – 1,19 тыс.руб., амортизация – 2,59 тыс.руб., заработная плата – 184,59 тыс.руб., страховые отчисления – 50 тыс. руб., накладные расходы – 38,45 тыс.руб. Общая сумма затрат на разработку проекта составила 276,82 тыс.руб.

В завершении работы была доказана ресурсоэффективность технического проекта. Интегральный показатель ресурсоэффективности равен 4,85. Это говорит о соответствии проекта современным требованиям в области электроснабжения.

На основании вышесказанного можно утверждать о большой практической значимости проекта и востребованности его в строительной отрасли, в частности ОАО «Томская ДСК». Принятые решения позволят объекту исследования успешно конкурировать на рынке при малых денежных и временных затратах на его разработку.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы на тему «Проектирование системы электроснабжения домостроительной компании» были решены все поставленные в техническом задании вопросы.

В итоге расчета электрических нагрузок ремонтно-механического цеха методом коэффициента расчетной мощности получены следующие данные: расчетный ток составил 670,17 А, полная расчетная мощность равна 440,57 кВА. Кроме того была определена полная расчетная мощность компании с учетом высоковольтной нагрузки и освещения территории.

По нагрузкам цехов компании построена картограмма нагрузок и определен центр электрических нагрузок. Главную понизительную подстанцию решено было установить рядом с центром электрических нагрузок в зоне рассеяния.

Выбраны оптимальные число и мощность цеховых силовых трансформаторов. К установке были приняты трансформаторы масляные: 4 мощностью 1600 кВА и 6 трансформаторов 630 кВА, и распределены по цехам завода с учетом категории надежности. Питание трансформаторов выполнено по радиальной схеме кабельными линиями напряжением 10 кВ марки ААШв.

Согласно результатам экономического сопоставления вариантов компенсации реактивной мощности выбран вариант размещения конденсаторных батарей марки УКМ 58-04-100-33,3УЗ на номинальное напряжении 0,4 кВ непосредственно рядом с электроприёмниками.

Электроснабжение предприятия осуществляется от внешней энергосистемы. Питание выполнено двухцепной ВЛ, проложенной проводом АС-95/16, напряжением 35 кВ. На ГПП в качестве схемы выбрана схема 4Н, и установлены два трансформатора ТМН - 6300/35, согласно требованиям по надежности питания электроприемников второй категории.

Питание электроприемников выполнено кабелями марки АВВГ. В качестве аппаратов защиты в сетях 0,4 кВ были приняты автоматические выключатели серии ВА.

Так же были рассчитаны токи КЗ в нескольких точках как в сетях выше 1000 В, так и в низковольтных сетях. По результатам расчетов были построены эпюры отклонений напряжения для максимального, минимального и послеаварийного режимов. Они показали, что во всех режимах отклонение напряжения не превышает максимально допустимого $\pm 5\%$.

По результатам расчета токов КЗ в сети 0,4 кВ построена карта селективности действия защитных аппаратов.