

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 завода по производству электродвигателей

УДК 621.31.031:621.313

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Клименко Владимир Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры ЭПП	Муравлев Игорь Олегович	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Потехина Нина Васильевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры ЭБЖ	Дашковский Анатолий Григорьевич	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 (ЭНИН)
 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	Клименко Владимиру Александровичу

Тема работы:

Проектирование системы электроснабжения завода по производству электродвигателей	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	15.02.2017, 969/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p><i>Объектом исследования является цех штамповки и цветного литья завода по производству электродвигателей. В качестве исходных данных представлены:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - генеральный план завода; - план цеха штамповки и цветного литья; - сведения об электрических нагрузках завода по производству электродвигателей; - сведения об электрических нагрузках цеха штамповки и цветного литья.
---	---

<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 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>	<ul style="list-style-type: none"> - картограмма электрических нагрузок предприятия; - план внутризаводского электроснабжения; - однолинейная схема ремонтно-механического цеха; - эпюра отклонения напряжения; - карта селективности действия аппаратов защиты
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Потехина Нина Васильевна</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Дашковский Анатолий Григорьевич</p>

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Муравлев И.О.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Клименко Владимир Александрович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
5А3Д	Клименко Владимиру Александровичу

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭПП
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску Оклады были приняты в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- 30% премии; - 20% надбавки; - 16% накладные расходы; - 30% районный коэффициент.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Размер страховых взносов 27,1%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	SWOT- анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование: -определение структуры работ; - определение участников каждой работы; - установление продолжительности работ; - построение графика проведения НИ; Формирование бюджета затрат НИ: - амортизация; - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение ресурсной эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT-анализа
2. Календарный план-график проведения НИ
3. Бюджет затрат НИ
4. Сравнительная оценка характеристики проекта

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Клименко Владимир Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А3Д	Клименко Владимиру Александровичу

Институт	Энергетический	Кафедра	Электроснабжения промышленных предприятий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования и области его применения	<i>Работа выполняется в проектном бюро на персональном компьютере</i>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ вредных факторов, проектируемой производственной среды в следующей последовательности	<ul style="list-style-type: none"> - шум; - электромагнитное излучение; - недостаточная освещенность; - нервно-эмоциональное напряжение; - микроклимат.
2. Анализ опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности	<ul style="list-style-type: none"> - электробезопасность; - пожаро- и взрывобезопасность.
3. Охрана окружающей среды	<ul style="list-style-type: none"> - бытовые отходы потребления; - отходы, образующие при поломке ПЭВМ.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях	<ul style="list-style-type: none"> - пожар.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<ul style="list-style-type: none"> - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны; - эргономические требования к рабочему месту
Перечень расчетного и графического материала	<ul style="list-style-type: none"> <i>Расчет искусственного освещения для помещения</i> <i>Схема расположения технических средств на рабочем месте</i>

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Клименко Владимир Александрович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 138 с., 23 рис., 47 табл., 20 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: расчётная нагрузка, картограмма нагрузок, выбор трансформаторов, компенсация реактивной мощности, электроснабжение цеха, выбор сечения, выбор защитной аппаратуры, расчёт токов короткого замыкания, выбор оборудования, однолинейная схема, менеджмент, социальная ответственность.

Объектом исследования является цех штамповки и цветного литья завода по производству электродвигателей.

Цель работы: разработка системы электроснабжения промышленного предприятия и системы электроснабжения цеха штамповки и цветного литья.

В процессе исследования произведен выбор метода расчета на основе исходных данных, поэтапный расчет электрических нагрузок завода и рассматриваемого цеха, выбор оборудования и его проверка при различных режимах работы, выбор защитной аппаратуры и проверка селективности её действия.

В результате исследования была спроектирована конкретная модель электроснабжения промышленного предприятия, представлена экономическая целесообразность и социальная ответственность создания проекта.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: исследуемый завод состоит из 18 цехов, из них 12 цехов относятся ко второй категории по степени надёжности электроснабжения; напряжение питающей линии 110 кВ, рабочие напряжения внутри завода 10 и 0,4 кВ; схема внутривозвратной сети – радиальная.

Область применения: предприятия машиностроения с жаркой, пыльной средой в производственных помещениях.

Оглавление

Введение	9
1. Объекты и методы исследования.....	11
2. Расчеты и аналитика	15
2.1. Выбор схемы электроснабжения и расчет электрических нагрузок цеха штамповки и цветного литья	15
2.2. Определение расчетных электрических нагрузок по цехам и предприятия в целом с учётом осветительной нагрузки	24
2.3. Выбор рационального напряжения внешнего электроснабжения предприятия	27
2.4. Построение картограммы и определение условного центра электрических нагрузок, зоны рассеяния условного центра электрических нагрузок.....	28
2.5. Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых ТП напряжением 10/0,4 кВ ...	33
2.6. Компенсация реактивной мощности цеховых трансформаторных подстанций и уточнение их нагрузки	38
2.7. Расчет потерь мощности в трансформаторах	42
2.8. Выбор трансформаторов ГПП.....	43
2.9. Выбор сечения линии, питающей ГПП.....	44
2.10. Схема внутризаводской распределительной сети 10 кВ.....	46
2.11. Расчёт токов короткого замыкания в сети выше 1000 В.....	52
2.12. Выбор оборудования ГПП	60
2.13. Электроснабжение цеха штамповки и цветного литья	71
2.14. Выбор и проверка электрических аппаратов и токоведущих частей до 1000 В.....	72
2.15. Произведем выбор распределительных пунктов (ПР)	77
2.16. Выбор сечений линий питающей сети цеха.....	78
2.17. Проверка внутрицеховой сети по потерям напряжения. Построение эпюр отклонения напряжения от ГПП до наиболее мощного и удаленного ЭП.....	83
2.18. Расчёт токов КЗ в сети ниже 1000 В.	89
2.19. Построение карты селективности действия аппаратов защиты.....	95
2.20. Коммерческий учет электроэнергии с помощью систем автоматизированного проектирования. Технология PLC.	98
2.20.1. Коммерческий учет электроэнергии	98
2.20.2. Коммерческий учет энергии при помощи автоматизированных систем.....	98
2.20.3. Проблемы создания АСКУЭ БП.....	99
2.20.4. Характерные особенности АСКУЭ PLC.....	100
2.20.5. Характерные особенности оборудования «Меркурий-PLC».....	101

2.20.6.	Решаемые задачи	103
2.20.7.	Монтаж и наладка	103
2.20.8.	Состав оборудования "Меркурий-PLC":.....	104
2.20.9.	Схема приборного учёта на базе оборудования «Меркурий-PLC».....	105
3.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
3.1.	SWOT-анализ	16
3.2.	Планирование научно-исследовательских работ	18
3.3.	Определение трудоемкости выполнения работ	20
3.4.	Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	24
3.4.1.	Расчет материальных затрат НТИ	25
3.4.2.	Амортизация.....	25
3.4.3.	Основная заработная плата исполнителей	26
3.4.4.	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	29
3.4.5.	Накладные расходы	29
3.4.6.	Формирование затрат научно-исследовательского проекта.....	30
3.5.	Ресурсоэффективность	30
4.	Социальная ответственность.....	123
4.1.	Анализ вредных факторов	123
4.2.	Анализ опасных факторов	128
4.3.	Охрана окружающей среды.....	129
4.4.	Защита в чрезвычайных ситуациях.....	131
4.5.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	132
	Заключение.....	135
	Список используемых источников	137
	Приложение А	
	Приложение Б	
	Приложение В	

Введение

В данной выпускной квалификационной работе будет рассматриваться электроснабжение завода по производству электродвигателей в целом и цеха штамповки и цветного литья, в частности. Цель выпускной работы - это проверка полученных знаний дисциплин, включенных в учебный план, и развитие навыков самостоятельного решения практических вопросов при проектировании системы электроснабжения промышленного предприятия.

Завод по производству электродвигателей имеет нагрузки второй и третьей категорий степени надежности электроснабжения. Структура завода содержит различные цеха, каждый из них выполняет определенную роль, поставленную руководством предприятия. Работа предприятия осуществляется посменно: имеются цеха, работающие в 2 смены, а есть такие, которые работают 3 смены по 8 часов.

Порядок выполнения выпускной квалификационной работы делится на следующие этапы:

Первый этап - расчет нагрузки цеха штамповки и цветного литья методом коэффициента расчетной мощности. Цель данного этапа - закрепление навыков использования данного метода расчета.

Второй этап - определение расчетной нагрузки предприятия по расчетным активным и реактивным нагрузкам цехов с учетом расчетной нагрузки освещения цехов и территории предприятия, потерь мощности в трансформаторах цеховых подстанций, ГПП и линиях. Расчет производится отдельно для высоковольтных и низковольтных нагрузок.

Третий этап - построение картограммы электрических нагрузок с целью определения наиболее оптимального места расположения ГПП на территории предприятия.

Четвертый этап - расчет схемы внутризаводского электроснабжения. На данном этапе производится выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций и схемы их электроснабжения.

Пятый этап- выбор напряжения питающей сети завода, сечения проводов, выбор мощности трансформаторов ГПП.

Шестой этап - расчет токов короткого замыкания в сети выше 1000В для проверки правильности выбора сечений проводников.

Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» предполагает оценку технического проекта при помощи SWOT-анализа исследования системы электроснабжения завода по производству электродвигателей. Также будут рассмотрены организационно-технические вопросы, в которых будут выделены виды работ и исполнители выпускной квалификационной работы.

В разделе «Социальная ответственность» будут рассматриваться условия труда, будет произведен анализ вредных и опасных факторов, пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

1. Объекты и методы исследования

Объектом исследования является завод по производству электродвигателей в целом и его цех штамповки и цветного литья, в частности.

Исходные данные: генеральный план завода с нанесением путей внутризаводского транспорта и размещением производственных, вспомогательных цехов и подсобных помещений.

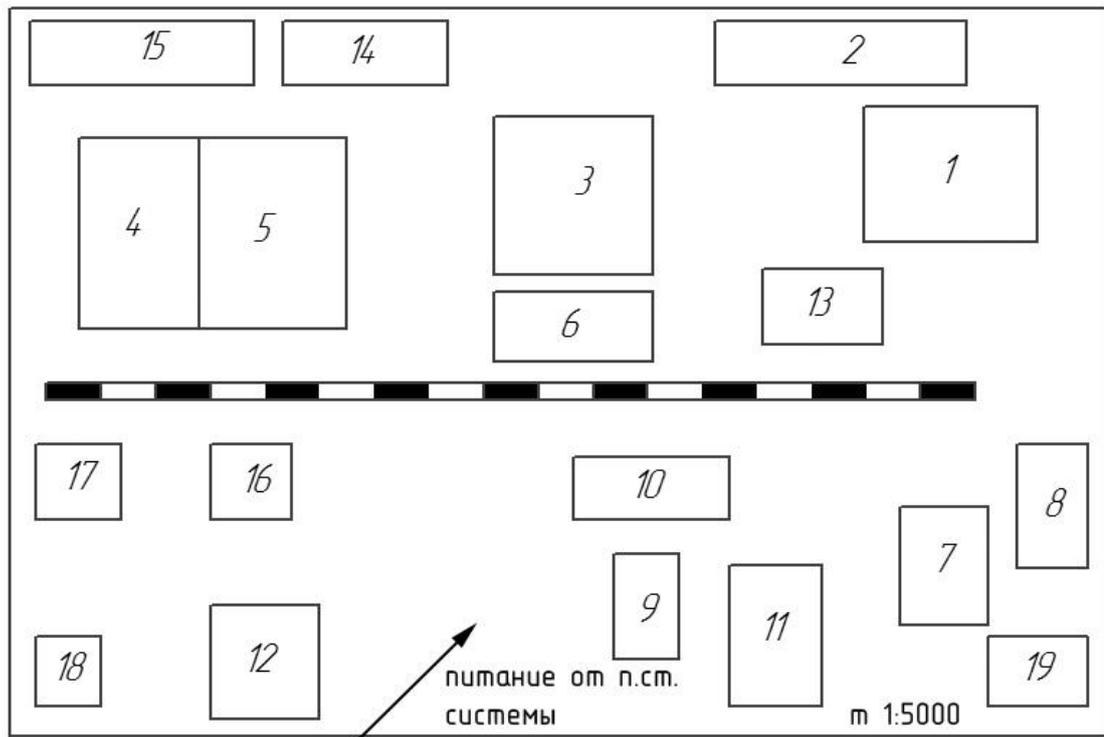


Рисунок 1 - Генплан завода по производству двигателей

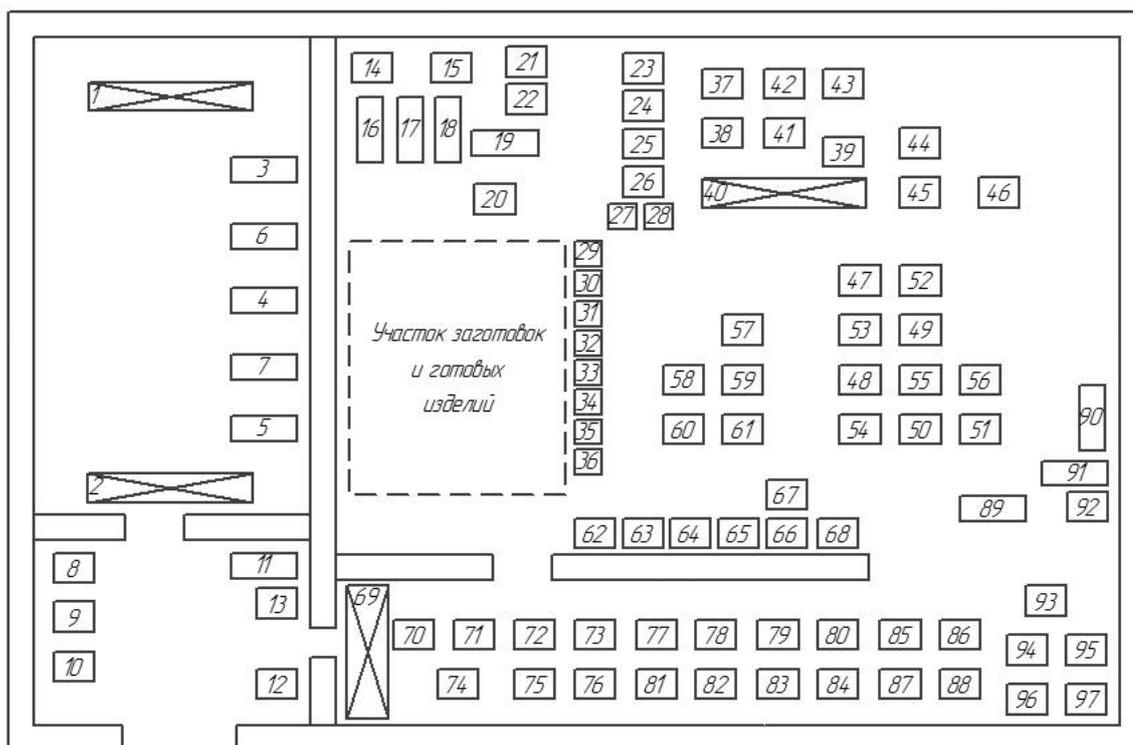


Рисунок 2 - План цеха штамповки или цветного литья

Таблица 1 - Ведомость электрических нагрузок по цехам

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт
1	Механический	1435
2	Ремонтно-механический	700
3	Штамповки и цветного литья	---
4	Сборочный	480
5	Агрегатный	204
6	Модельно-столярный	260
7	Гидроцилиндров	2900
8	Экспериментальный	159
9	Чугунолитейный	3680
10	Обрубной	516
11	Кузнечный	480
12	Заготовительный	708
13	Компрессорная	
	10кВ	4500
	0,38 кВ	125
14	Заводуправление	125
15	Инженерный	420
16	Котельная	350
17	Склад	55
18	Лаборатория	170
19	Столовая	240
	Длина питающей линии, км	10

Таблица 2 - Сведения об электрических нагрузках цеха штамповки или цветного литья

Наименование	Номер по плану	Р _у , кВт
Кран-балка ПВ=40%	1,2	10
Печь тупиковая	3-5	7
Камера окрасочная	6,7	60
Электропечь	8	21
Пресс	9	18
Кузнечный горн	10	10
Электромолот	11,12	15
Электропечь	13	20
Пресс	14-20,42,43	16
Заточной станок	21,22	5
Установка шихтовки	23,28	50
Вертикально-сверлильный	24	8
Токарный	25,26	10
Фрезерный	27	22
Пресс калибровочный	29-36	16
Пресс- автомат	37-39	12,5
Кран-балка ПВ=25%	40	70
Разборочная машина	41,44,45	55
Пресс-автомат	46,57-61	10
Машина литья	47-51	15
Печь плавно-раздаточная	52-56	10
Пресс	62-68	40
Кран-балка ПВ=40%	69	5
Машина литья	70-73,77-80	50
Печь плавно-раздаточная	74-76,81-84,87,88	20
Машина литья	85,86	3
Голтовочный барабан	89,90	30
Обдирочный станок	91	7
Сверлильный станок	92	29
Печь плавно-раздаточная	93	15
Кантователь	94	16
Виброустановка	95	50
Гидронасос	96	30
Кран укосина	97	20

Таблица 3 - Характеристика внешней среды производственных помещений по производству электродвигателей и бесперебойности электроснабжения основных производств

№	Наименование	Характеристика среды	Категория по надежности электроснабжения
1	Механический	нормальная	II
2	Ремонтно-механический	нормальная	II
3	Штамповки и цветного литья	жаркая, пыльная	II
4	Сборочный	нормальная	II
5	Агрегатный	нормальная	III
6	Модельно-столярный	пыльная	III
7	Гидроцилиндров	нормальная	II
8	Экспериментальный	нормальная	II
9	Чугунолитейный	жаркая, пыльная	II
10	Обрубной	нормальная	III
11	Кузнечный	жаркая, пыльная	II
12	Заготовительный	нормальная	III
13	Компрессорная		
	10 кВ	нормальная	II
	0,38 кВ	нормальная	II
14	Заводоуправление	нормальная	III
15	Инженерный	нормальная	III
16	Котельная	жаркая, пыльная	II
17	Склад	нормальная	III
18	Лаборатория	нормальная	II
19	Столовая	нормальная	III

Как видно из таблицы 3, в рассматриваемом цехе под номером 3 на генплане среда жаркая и пыльная и большинство электроприемников относятся ко II категории по надежности электроснабжения.

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Перспективное научное исследование определяется коммерческой ценностью технического проекта. Оценка коммерческой ценности проекта является важным условием при поиске источников финансов для проведения научного исследования и коммерциализации полученных результатов. Эта оценка является важным фактором для разработчиков, которые должны опираться на существующие перспективы проводимых научных исследований. Благодаря такой оценке инженер может найти партнера для качественного и скорого проведения научного исследования, а также утверждения и коммерциализации результатов.

Коммерческую привлекательность такого исследования определяют не только увеличением технических параметров над подобным проектом, но и как быстро инженер ответит на следующие вопросы - актуальные ли технические решения используются, какая будет цена реализации проекта и его научного исследования, сколько времени потребуется для осуществления монтажа и запуска электроснабжения на заводе и т.п.

Отсюда получается, что цель этого раздела выпускной квалификационной работы является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта.

Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:

1. Оценка конкурентоспособности и перспективности научного исследования;
2. Определение общих затрат на выполнение исследования;
3. Формирование графика работ выполнения исследования;
4. Определение ресурсоэффективности исследования.

3.1. SWOT-анализ

SWOT – это комплексный анализ научно-исследовательского проекта, который используют для исследования внешней и внутренней среды проекта[14].

Определение такого анализа пошло из следующих сокращений:

- S - Strengths (сильные стороны);
- W - Weaknesses (слабые стороны);
- O - Opportunities (возможности);
- T - Threats (угрозы).

Чтобы провести такой анализ составляется матрица SWOT, в которой указываются и описываются сильные и слабые стороны проекта. Следующим этапом стоит выявление возможностей и угроз реализации проекта, которые существуют или будут существовать в его внешней среде.

Сильные стороны – отвечают за конкурентоспособность научно-исследовательского проекта.

Слабые стороны – характеризуют недостатки или ограниченность научно-исследовательского проекта.

Возможности – это направление развития, которое возникает в условиях окружающей среды в любом цикле разработки научно-технического проекта.

Угроза – это всякая нежелательная ситуация, тенденция или изменение в условиях окружающей среды проекта (носит отрицательный характер для конкурентоспособности проекта)

Результаты анализа приведены в таблице 39.

Таблица 39 – Матрица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>С1. Простота обслуживания</p> <p>С2. Универсальность применения</p> <p>С3. Меньшие затраты на эксплуатацию</p> <p>С4. Большой срок службы</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Сл1. Меньшая надежность</p> <p>Сл2. Меньшие возможности для проведения коммутаций</p> <p>Сл3. Большой срок поставок комплектующих</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование современных коммутационных аппаратов</p> <p>В2. Появление дополнительной автоматизированной системы управления внутризаводской и внутрицеховой структуры</p> <p>В3. Использование новых разработок применяемых материалов</p>	<p>Современные коммутационные аппараты позволят обслуживающему персоналу быстро произвести осмотр электрооборудования. Ремонтные работы с такими аппаратами будут выполнены качественно. Срок службы у современных аппаратов значительно выше, чем у старых, что даёт преимущество в общем числе циклов коммутаций.</p>	<p>Замена коммутационных аппаратов на современные (вакуумные выключатели) позволит увеличить надёжность электроснабжения и возможности для коммутаций (увеличение количества срабатывания выключателей).</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Преждевременный выход электрооборудования из строя</p> <p>У2. Аварийные ситуации</p> <p>У3. Появление новых конкурентных разработок</p>	<p>Дешевизна эксплуатации позволит недорого решить аварийные ситуации и произвести замену необходимого электрооборудования. Универсальность проекта позволит в некоторых случаях обойти по некоторым критериям новые разработки на рынке.</p>	<p>Проведение научных исследований для поиска модернизации существующей и проверенной схемы электроснабжения. Включение в смету затрат дополнительное (запасное) оборудование и хранение на складах.</p>

Анализ показывает, что сильных сторон немного больше, чем слабых сторон. Благодаря анализу можно увидеть соответствие сильных сторон с возможностями, нежели с угрозами. Найдены слабые и сильные стороны проекта, сделана оценка возможностей и угроз данного проекта. Определено,

проект совмещает серию важных преимуществ (универсальность применения, простота обслуживания, меньшие затраты на эксплуатацию), обеспечивающих повышение производительности, безопасности и экономичности электроснабжения производства. Также в проекте присутствуют и слабые стороны. Одной из таких является меньшая надежность (один из важнейших критериев при выборе типовой схемы электроснабжения), что является большим минусом при реализации проекта. Однако, перспектива использования современных коммутационных аппаратов и внедрение дополнительных автоматизированных систем снабжения позволит частично решить этот вопрос. Использование новых разработок материалов будет полезно при создании ГПП (главная понижающая подстанция).

3.2. Планирование научно-исследовательских работ

Планирование комплекса будущих работ осуществляется в определенном порядке[14]:

- определяется порядок работ в рамках технического исследования;
- определяются исполнители каждой работы;
- устанавливается продолжительность работ;
- осуществляется построение графика научных исследований.

Формируется рабочая группа, в которую входят руководитель и инженер. На каждый вид запланированных работ устанавливается определенная должность исполнителей.

Готовится список основных пунктов и видов работ в рамках проведения исследования. Производится распределение участников по видам их работ. Последовательность работ и распределение участников по данным видам работ приведены в таблице 40.

Таблица 40 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материалов по теме	Дипломник
	3	Выбор направления исследований	Дипломник, научный руководитель
	4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия	Дипломник
	6	Проектирование системы внутриводского электроснабжения	Дипломник
	7	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	Дипломник
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Дипломник
Контроль и координирование проекта	9	Контроль качества выполнения проекта и консультирование исполнителя	Научный руководитель
Разработка технической документации и проектирование	10	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Дипломник
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	11	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Дипломник

Делаем вывод, что НТИ будем реализовывать в 7 этапов и основные работы этих этапов разработки будет выполнять инженер.

3.3. Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения трудоемкости выполнения работ, учитываем следующие данные, что трудовые затраты являются основной частью стоимости разработки исследования [14].

Оценка трудоемкости носит вероятностный характер, так как зависит от множества факторов, которые проблемно учитывать. Трудоемкость оценивается в человеко-днях.

Для определения среднего (ожидаемого) значения трудоемкости используется следующая формула [14]:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{mini}} + 2t_{\text{max}i}}{5}$$

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

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

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

Определяются продолжительности каждой из работ в рабочих днях T_p , опираясь на ожидаемую трудоемкость всех работ, учитывающие параллельность выполнения этих работ рядом исполнителями [14].

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

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

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

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

Для удобного формирования графика, длительность каждого этапа работ из всех рабочих дней переведем в календарные дни [14]:

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

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 формуле [14]:

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

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.

Пример расчета (составление и утверждение техн. задания):

$$t_{\text{ожі}} = \frac{3t_{\text{mini}} + 2t_{\text{maxi}}}{5} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 7}{5} = 4 \text{ чел} - \text{дней},$$

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ожі}}}{\text{Ч}_i} = \frac{4}{1} = 4 \text{ дня}.$$

Для пятидневной рабочей недели (для инженера) рассчитывается коэффициент, как:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} \approx 1,48,$$

$$T_k = T_p \cdot k_{\text{кал}} = 4 \cdot 1,48 = 5,92 \approx 6 \text{ дней}.$$

Для шестидневной рабочей недели (для руководителя) рассчитывается коэффициент, как:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 66} \approx 1,22,$$

$$T_k = T_p \cdot k_{\text{кал}} = 4 \cdot 1,22 = 4,88 \approx 5 \text{ дней}.$$

Все полученные значения сводим в таблицу 41.

Таблица 41 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ, чел-дни						Длительность работ в рабочих днях		Длительность работ в календ. днях	
	t_{\min} , чел-дни		t_{\max} , чел-дни		$t_{\text{ож}}$, чел-дни		Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер				
Составление и утверждение технического задания	2	-	7	-	4	-	4	-	5	-
Подбор и изучение материалов по теме	-	5	-	7	-	5,8	-	5,8	-	9
Выбор направления исследований	2	-	3	-	2,4	-	2,4	-	3	-
Календарное планирование работ по теме	1	-	4	-	2,2	-	2,2	-	3	-
Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия	-	15	-	22	-	17,8	-	17,8	-	26
Проектирование системы внутризаводского электроснабжения	-	13	-	20	-	15,8	-	15,8	-	23
Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	-	13	-	20	-	15,8	-	15,8	-	23
Оценка эффективности полученных результатов	-	3	-	5	-	3,8	-	3,8	-	6
Контроль качества выполнения проекта и консультирование исполнителя	5	-	8	-	6,2	-	6,2	-	8	-
Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	-	3	-	5	-	3,8	-	3,8	-	6
Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	-	4	-	7	-	5,2	-	5,2	-	8

Примечание: минимальное t_{\min} и максимальное время t_{\max} получены на основе экспертных оценок.

План-график проведения работ представлен в таблице 42.

Таблица 42 – Календарный план-график проведения НТИ

№	Вид работ	Исполнитель работ	T_{ki} , календ. дней.	Продолжительность выполнения работ													
				Февр.		Март			Апрель			Май			Июнь		
				1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	5	■													
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	9	■	■												
3	Выбор направления исследований	Руководитель	3		■												
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель	3		■												
5	Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия	Инженер	26			■	■	■									
6	Проектирование системы внутризаводского электроснабжения	Инженер	23						■	■	■						
7	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	Инженер	23								■	■	■				
8	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер	6									■	■				
9	Контроль качества выполнения проекта и консультирование исполнителя	Руководитель	8										■	■			
10	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Инженер	6												■	■	
11	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер	8													■	

Опираясь на данные диаграммы, делаем вывод, что продолжительность работ займёт 12 декад, начиная со второй декады февраля, заканчивая первой декадой июня. Оценка трудоемкости носит вероятностный характер, поэтому реальная продолжительность работ возможно будет, как меньше (при благоприятных обстоятельствах), так и немного превысит данную продолжительность (при неблагоприятных обстоятельствах).

По диаграмме Ганта можем заранее оценить показатели рабочего времени для всех исполнителей.

Длительность выполнения исследования в календарных днях составит 120 дней:

- 101 дней – длительность проведения работ инженером;
- 19 дней – длительность проведения работ руководителем;

3.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Размер затрат НТИ является основой для определения бюджета данного проекта, который при составлении договора с заказчиком защищается научной организацией в виде нижнего предела затрат на создание научно-технической продукции.

Для формирования затрат исследования используются следующие виды затрат [14]:

- материальные затраты НТИ;
- накладные расходы;
- основная заработная плата участников исследования;
- дополнительная заработная плата участников исследования;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- амортизация.

3.4.1. Расчет материальных затрат НТИ

К материальным затратам относятся: покупные материалы, канцелярские принадлежности, картриджи для МФУ и др.

Таблица 43 – Материальные затраты

Наименование	Ед. измерения	Кол-во	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Бумага для МФУ	пачка	2	565	1130
Ручки	шт.	4	24	96
Мультифоры	шт.	10	4,4	44
Краска для МФУ	шт.	1	550	550
Скоросшиватель	шт.	3	50	150
Карандаши	шт.	3	10	30
Итого:				2000

Итоговые материальные затраты составили 2000 рублей. Цены на все позиции взяты средние по городу Томску.

3.4.2. Амортизация

Проведем расчёт амортизации отчислений. Амортизация рассчитывается для оборудования свыше 40 тыс. руб.

Расчет амортизационных отчислений, на полное восстановление основных средств, производится по нормативам амортизации утвержденном в установленном действующим законодательством порядке, и определенным в зависимости от балансовой стоимости оборудования. При проектировании используется ноутбук фирмы Асер и модели Aspire E5-571G-569M, стоимость которого составляет $C_{\text{ОБОР}} = 42000$ руб.

Определим сумму амортизационных отчислений:

$$Z_{\text{ам}} = \frac{T_{\text{исп}}}{T_{\text{г}}} \cdot \frac{1}{T_{\text{сл}}} \cdot C_{\text{ОБОР}} = \frac{101}{365} \cdot \frac{1}{3} \cdot 42000 = 3874 \text{ руб.},$$

где $T_{\text{исп}}$ – время использования оборудования = 101 календарных дней;

$T_{\text{г}}$ – количество использования в год = 365 календарных дней;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы оборудования = 3 года.

Годовая норма амортизации составляет 33.3%

3.4.3. Основная заработная плата исполнителей

Основная заработная плата – это оплата труда всех участников данного исследования.

Определяем расходы за заработную плату опираясь на трудоемкости выполняемых видов работ. Необходимо учесть действующие оклады и тарифные ставки организации.

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

1) оклад – определяется организацией. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями.

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

3) иные выплаты;

4) районный коэффициент.

Заработная тарифная ставка за месяц работы без районного коэффициента составляет:

– руководитель (доцент, к.т.н.) – 26 300 рублей;

– инженер (дипломник) – 17 000 рублей.

Полная заработная плата включает в себя основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением исследования, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату [14]:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

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

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (15 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (инженера) рассчитывается по следующей формуле [14]:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

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

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

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

Среднедневную заработную плату рассчитаем по формуле [14]:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 28 раб. дня $M=11$ месяцев, 5-дневная неделя;
- при отпуске в 56 раб. дней $M=10$ месяцев, 6-дневная неделя;
- F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника [14]:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p,$$

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

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

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет 0,4;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Затраты по дополнительной заработной плате участников исследования учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Рассчитаем дополнительную заработную плату по данной формуле [14]:

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

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,13).

Приведем пример для расчета заработной платы для руководителя (шестидневная рабочая неделя):

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,4) \cdot 1,3 = 58123 \text{ руб.},$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{58123 \cdot 10}{365 - 66 - 56} = 2392 \text{ руб.},$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 2392 \cdot 14,8 = 35401,6 \text{ руб.},$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 35401,6 \cdot 0,13 = 4602,2 \text{ руб.}.$$

Пример для расчета заработной платы для инженера (пятидневная рабочая неделя):

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,4) \cdot 1,3 = 37570 \text{ руб.},$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{37570 \cdot 11}{365 - 118 - 28} = 1887 \text{ руб.},$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1887 \cdot 68 = 128316 \text{ руб.},$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 128316 \cdot 0,13 = 16681,1 \text{ руб.}.$$

Результаты данных по заработной плате сведем в таблицу 44.

Таблица 44 – 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.	$k_{\text{доп}}$	$З_{\text{доп}}$, руб.	Итого, руб.
Руководитель	26300	0,3	0,4	1,3	58123	2392	14,8	35401,6	0,13	4602,2	40003,8
Инженер	17000	0,3	0,4	1,3	37570	1887	68	128316	0,13	16681,1	144997,1

Определены ставки у исполнителей и посчитана основная заработная плата у них. Несмотря на то, что ставка у руководителя большая, итоговая основная зарплата вышла больше у инженера, так как ее определение зависело от количества рабочих дней за выполнением проекта.

3.4.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В этом разделе 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.

Определяем величину отчислений во внебюджетные фонды опираясь из следующей формулы [14]:

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

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

На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%, а пониженная ставка на научную деятельность – 27,1%.

Таблица 45 – Отчисления во внебюджетные фонды

	Руководитель	Инженер
Основная заработная плата, руб.	35401,6	128316
Дополнительная заработная плата, руб.	4602,2	16681,1
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого отчисления во внебюджетные фонды:	10841	39294

Определены итоговые отчисления во внебюджетные фонды всех исполнителей.

3.4.5. Накладные расходы

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

$$\begin{aligned} З_{накл} &= (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нр} = (З_{мат} + З_{осн} + З_{доп} + З_{внеб} + З_{ам}) \cdot 0,16 = \\ &= (2000 + 35401,6 + 128316 + 4602,2 + 16681,1 + \\ &\quad + 10841 + 39294 + 3874) \cdot 0,16 = 38561,6 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Величина коэффициента накладных расходов - 16%.

3.4.6. Формирование затрат научно-исследовательского проекта

Для формирования бюджета затрат проекта опираемся на рассчитанную величину затрат научно-исследовательской работы (проекта). При составлении договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку необходимой продукции.

Таблица 46 – Бюджет затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты НИИ	2000	0,72
2. Затраты по основной заработной плате	163717,6	58,56
3. Затраты по дополнительной заработной плате	21283,3	7,61
4. Отчисления во внебюджетные фонды	50135	17,93
5. Амортизация	3874	1,39
6. Накладные расходы	38561,6	13,79
Бюджет затрат НИИ	279 571,5	100

Бюджет всех затрат НИИ составляет 279571,5 рублей. Самый большой процент бюджета составляет основная заработная плата – 163717,6 рублей.

3.5. Ресурсоэффективность

Ресурсоэффективность научного исследования определяем при помощи интегрального критерия ресурсоэффективности, который выглядит так [14]:

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

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности сведем в таблице 47.

Таблица 47 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Безопасность	0,25	5
2. Удобство в эксплуатации	0,10	5
Помехоустойчивость	0,10	4
4. Энергосбережение	0,15	5
5. Надежность	0,25	4
6. Материалоемкость	0,15	4
Итого:	1,00	4,5

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p = 0,25 \cdot 5 + 0,10 \cdot 5 + 0,10 \cdot 4 + 0,15 \cdot 5 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 4,5.$$

В рамках данного раздела выпускной квалификационной работы была сделана оценка конкурентоспособности и оценка коммерческой ценности спроектированного электроснабжения завода по производству электродвигателей. В работе рассматривались слабые и сильные стороны, возможности и угрозы технического проекта по средствам рассмотрения типовой схемы питания (4Н), коммутационных аппаратов и аппаратов защиты, электрооборудования (ГПП и цеховые КТП), кабелей из соответствующего материала.

Эффект этого проекта заключается в том, что будет обеспечиваться надежность электроснабжения и простота эксплуатации оборудования, так как применение схемы и всего электрооборудования целесообразно. Однако, нужно помнить о том, что рынок электрооборудования развивается быстро, поэтому для удержания позиции востребованного технического проекта в будущем необходимо будет модернизировать и заменять оборудование на более совершенное.

Показатель ресурсоэффективности имеет высокий показатель (4,5 из 5), что говорит об эффективности использования проекта. Исследование выполнялась исполнителями: руководителем (19 дней) и инженером (101 день). На исследование потрачено было потрачено 279571,5 рублей.

На основе всех результатов НТИ можно считать успешным.