

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический

Направление подготовки – «Электроэнергетика и электротехника»

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование системы электроснабжения электролампового завода

УДК 621.31.031:621.326

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Тиунов Алексей Дмитриевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сивков Александр Анатольевич	д.т.н., профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сергейчик Сергей Иванович	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дашковский Анатолий Григорьевич	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

ИО зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электроснабжение промышленных предприятий	Сурков Михаил Александрович	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

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
5А36	Тиунову Алексею Дмитриевичу

Тема работы:

Утверждена приказом директора (дата, номер)	№970/с 15.07.2017

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>Объектом исследования является кузнечный цех электролампового завода. В качестве исходных данных представлены:</p> <ul style="list-style-type: none"> -генеральный план завода; -план кузнечного цеха; -сведения об электрических нагрузках электролампового завода; -сведения об электрических нагрузках кузнечного 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>	<p>-постановка задачи проектирования;</p> <p>-проектирование системы электроснабжения завода;</p> <p>-детальное рассмотрение особенностей трансформаторных подстанций в системах электроснабжения с последующим выбором цеховых трансформаторов;</p> <p>-обсуждение результатов выполненной работы;</p> <p>-разработка разделов «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» и «Социальная ответственность»;</p> <p>-заключение.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>-картограмма электрических нагрузок предприятия;</p> <p>- план внутризаводского электроснабжения;</p> <p>- однолинейная схема кузнечного цеха;</p> <p>- эпюра отклонения напряжения;</p> <p>-карта селективности действия аппаратов защиты.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Сергейчик С.И.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Дашковский А.Г.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сивков А.А.	д.т.н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Тиунов А.Д.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А36	Тиунову Алексею Дмитриевичу

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:	Бытовые и производственные отходы, их утилизация.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях:	Пожар и действия по его предотвращению.
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, расчет защитного заземления.
--	---

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	Тиунов А.Д.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А36	Тиунову Алексею Дмитриевичу

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материальные затраты, основная заработная плата, дополнительная заработная плата, отчисления, накладные расходы.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	В соответствии с Налоговым кодексом РФ ЕСН=30%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Расчет временных показателей проведение исследования ТП. Составление календарного план-графика. Расчет коэффициентов: весовой коэф, коэф отчислений на уплату во внебюджетные фонды.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сергейчик С.И.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Тиунов А.Д.		

Запланированные результаты обучения

В результате написания дипломного проекта необходимо достичь следующих результатов:

- уметь применять компьютерную технику и информационные технологии в расчетах и проектировании систем электроснабжения;
- знать технические условия реализации проектов систем электроснабжения промышленных предприятий, применительно к объектам электроэнергетики, работать с источниками научно-технической литературы и стандартами, применительно к электроснабжению промышленных предприятий;
- уметь грамотно и аргументировано проектировать схемы и основное электротехническое и коммутационное оборудование подстанций; схемы электрических сетей, конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи; электрооборудования высокого напряжения;
- иметь навыки для решения задач проектного и исследовательского характера в сфере электроснабжения промышленных предприятий.

Реферат

Выпускная квалификационная работа 129 с., 22 рис., 53 табл., 22 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: кузнечный цех, расчетная электрическая нагрузка, картограмма электрических нагрузок, компенсация реактивной мощности, выбор трансформаторов, выбор высоковольтного и низковольтного оборудования, социальная ответственность, финансовый менеджмент.

Объектом исследования является кузнечный цех, электролампового завода.

Цель работы: проектирование системы электроснабжения электролампового завода.

В процессе исследования на основе исходных данных выполнены следующие задачи: определение расчетной электрической нагрузки цеха и завода в целом одним из методов расчета, выбор схемы электроснабжения, выбор оборудования и его проверка.

В результате исследования спроектирована модель электроснабжения электролампового завода, представлена ее экономическая целесообразность и безопасность для окружающей среды.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: исследуемый завод состоит из одиннадцати цехов, десять из которых относятся ко второй категории по надежности электроснабжения, один — к третьей; напряжение питающей линии 35 кВ; рабочие внутризаводские напряжения 0,4 и 10 кВ, схема внутризаводской сети — радиальная.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки.

Надежность – свойство объекта выполнять заданные функции в заданном объеме при определенных условиях функционирования.

Безотказность – непрерывное сохранение работоспособности в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Ремонтопригодность – приспособленность к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений объекта и устранению их последствий путем проведения ремонтов и технического обслуживания.

Безопасность – способность не создавать ситуаций, опасных для людей и окружающей среды.

Техническое обслуживание – обеспечение надежности путем выполнения комплекса работ для поддержания работоспособности объекта.

Ремонт – обеспечение надежности путем выполнения комплекса работ для восстановления работоспособности объекта. Система ремонтов включает в себя предупредительные и аварийные ремонты.

В данной работе использованы следующие сокращения:

ГПП – главная понизительная подстанция;

КТП – комплектная трансформаторная подстанция;

КБ – конденсаторная батарея;

ВРУ – вводное распределительное устройство;

ПР – пункт распределительный;

РУ – распределительное устройство;

СД – синхронный двигатель;

КЗ – короткое замыкание.

Оглавление

Введение.....	5
1. Исходные данные.....	6
2. Определение расчетной электрической нагрузки кузнечного цеха.....	9
3. Определение расчетной нагрузки предприятия в целом.....	18
4. Построение картограммы и определение центра электрических нагрузок....	21
5. Выбор рационального напряжения внешнего электроснабжения предприятия.....	26
6. Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых подстанций.....	27
7. Определение мощности батарей конденсаторов.....	30
8. Расчет потерь мощности в цеховых трансформаторах.....	36
9. Определение полной мощности предприятия.....	38
10. Выбор числа и мощности трансформаторов ГПП.....	40
11. Выбор сечения линии, питающей ГПП.....	41
12. Расчет токов короткого замыкания в сети выше 1 кВ.....	44
13. Выбор и проверка внутризаводских линий.....	50
14. Выбор и проверка высоковольтного оборудования.....	55
15. Выбор защитной аппаратуры до 1 кВ.....	70
16. Выбор сечений проводников напряжением до 1 кВ.....	74
17. Расчет токов короткого замыкания в сети ниже 1000 В.....	79
18. Расчет электрической сети по потере напряжения.....	85
19. Построение карты селективности.....	90
20. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	93
20.1 Анализ конкурентных технических решений.....	93
20.2 Оценка при помощи технологии QuaD.....	95
20.3 SWOT-анализ.....	96
20.4 Структура работы в рамках научного исследования.....	100
20.5 Определение трудоёмкости выполнения проектировочных работ и разработка графика проведения научного исследования.....	101

20.6 Составление сметы затрат на разработку ТП.....	106
20.6.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	106
20.6.2 Расчет полной заработной платы исполнителей темы.....	107
20.6.3 Отчисления во внебюджетные фонды.....	109
20.6.4 Накладные расходы.....	109
20.6.5 Формирование сметы технического проекта.....	109
21. Социальная ответственность.....	111
21.1 Описание рабочего места.....	110
21.2 Анализ вредных факторов.....	112
21.2.1 Показатели микроклимата.....	113
21.2.2 Шум и вибрация.....	114
21.3. Анализ опасных факторов.....	115
21.3.1 Возгорание.....	115
21.3.2 Поражение электрическим током.....	116
21.4 Защита окружающей среды.....	117
21.5 Предотвращение ЧС и устранение их последствий.....	119
21.6 Перечень графического и расчетного материала.....	120
21.6.1 Искусственное освещение газоразрядными лампами, лампами накаливания.....	120
21.6.2 Расчет защитного заземления.....	121
21.6.3 План эвакуации при пожаре и ЧС.....	123
Заключение.....	124
Список использованных источников.....	125
Приложение 1. Однолинейная схема электроснабжения электролампового завода.....	128
Приложение 2. Схема внутризаводской сети.....	129

Введение

Системой электроснабжения называют совокупность устройств для производства, передачи и распределения электрической энергии.

Системы электроснабжения промышленных предприятий должны обеспечивать:

- бесперебойность электроснабжения;
- безопасность и удобство в обслуживании;
- качество электроэнергии;
- возможность дальнейших изменений;
- максимальное приближение источников питания к электроустановкам потребителей;
- экономичность в плане затрат.

Задачей данной выпускной квалификационной работы является проектирование системы внутризаводского электроснабжения электролампового завода, а также подробная проработка системы электроснабжения кузнечного цеха.

Электроламповый завод характеризуется наличием нагрузки второй и третьей категорий по степени надежности электроснабжения. По характеру окружающей среды кузнечный цех относится к жарким помещениям, т. к. в процессе работы сушильных шкафов, печей, нагревательных установок температура воздуха может превышать +35 °С.

Обзор литературы

При написании дипломного проекта использованы научные и научно-методические источники литературы, а так же нормативные документы.

Авторами основных используемых методических пособий и справочников являются: Барченко Т.Н., Закиров Р.И., Кабышев А.В., Обухов С.Г., Сумарокова Л.П., Тарасов Е.В.

Расчетная часть данной работы произведена на основе учебного пособия Барченко Т.Н., Закирова Р.И., «Электроснабжение промышленных предприятий». Также использовано учебное пособие Сумароковой Л.П. «Электроснабжение промышленных предприятий».

Основным нормативным документом в данной дипломной работе является ПУЭ, где указаны многие важные моменты.

В разделе «Социальная ответственность» неоднократно используются государственные стандарты ГОСТ, строительные нормы и правила СНиП, а так же санитарные правила и нормы СанПиН для того, чтобы сравнить полученные данные объекта с необходимыми стандартами и требуемыми правилами.

Объект исследования

Объектом исследования является электроламповый завод.

1. Исходные данные

Таблица 1 – Сведения об электрических нагрузках

№	Наименование цеха	Число смен	Установленная мощность, кВт
1	Главный корпус	3	500
2	Заводоуправление	1	100
3	Механический	2	520
4	Инструментальный	2	1100
5	Обмоточный	2	330
6	Лаборатория	2	120
7	Кузнечный	2	-
8	Штамповочный	2	800
9	Сборочный	2	790
10	Литейный	2	700
11	Компрессорная 10 кВ (СД) 0,38 кВ	3	650
			50

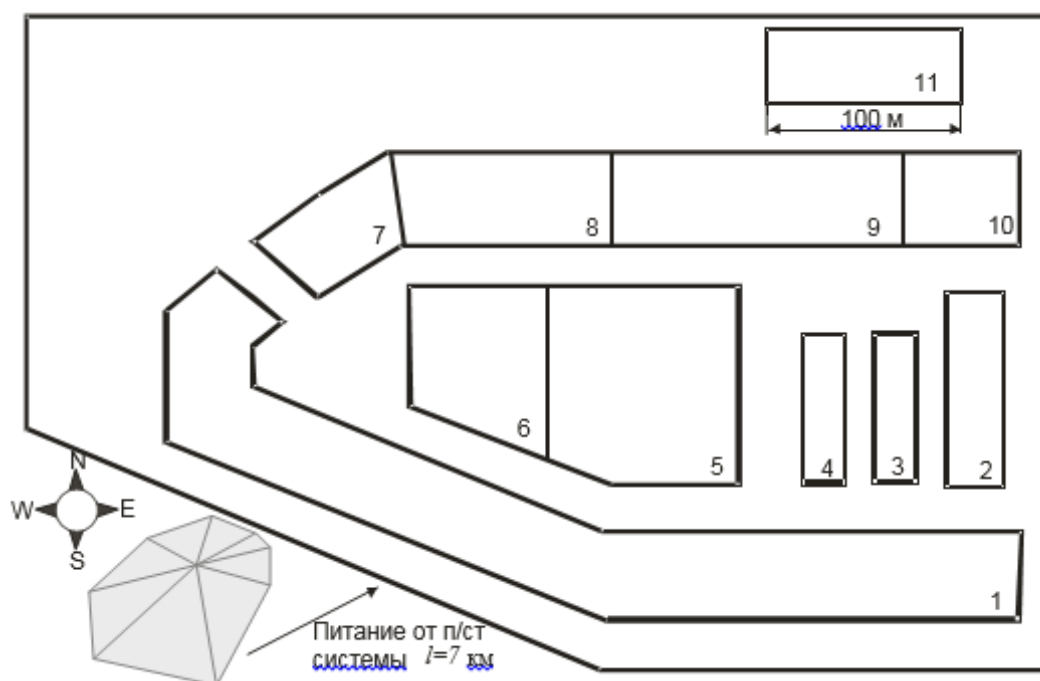


Рисунок 1 – Генплан электролампового завода

Таблица 2 – Сведения об электрических нагрузках кузнечного цеха

Номер на плане	Наименование электроприемника	Установленная мощность ЭП, кВт (кВА)
1,30	Кран-балка ПВ=40%	15
18	Пресс	50
2-5	Фрезерный станок	10
6-8,10	Трубогибочный станок	30
9,11,26	Шлифовальный станок	14
12,13, 14,24	Сварочный трансформатор ПВ=25%	40
31	Вентилятор	2
15,27	Сушильный шкаф	8
16,17	Закалочная печь	20
19-23, 25,34	Токарный станок	6
37	Сверлильный станок	11
28,29	Электрованна	60
32,36	Электромолот	40
38	Поворотный кран	5
33,40	Вентилятор горна	14
35	Обдирочный станок	14
39	Нагревательная плита	15

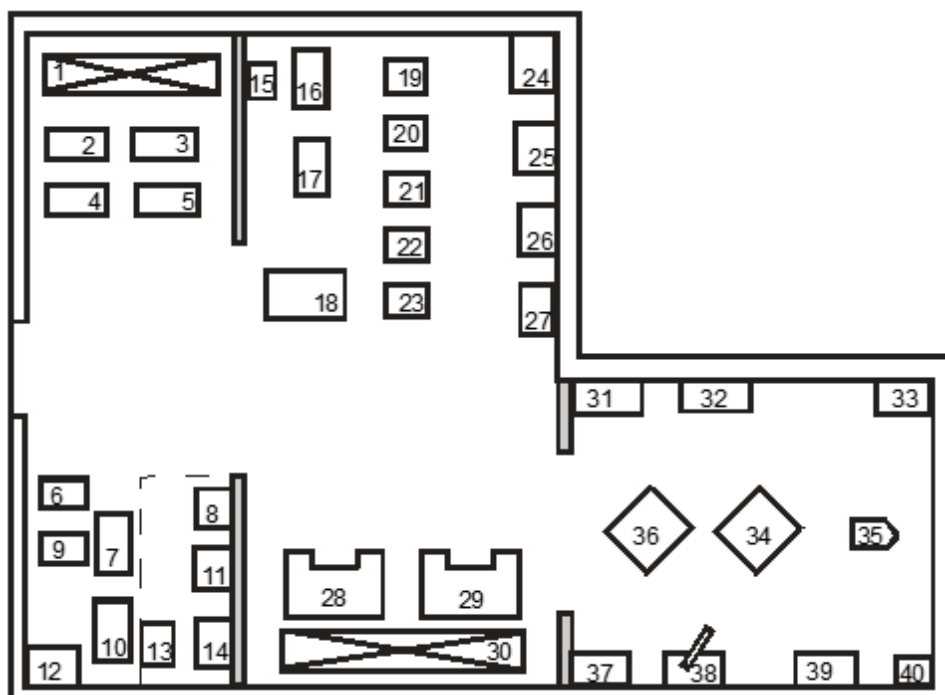


Рисунок 2 – План кузнечного цеха

20. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

20.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Рассмотрим варианты применения различных типов выключателей при определенных условиях.

Таблица 37 – Варианты выключателей

Номер варианта	Тип выключателя
1	ВВ
2	ВГ
3	ВМ
4	ВБ

ВВ – воздушные выключатели,

ВГ – элегазовые выключатели,

ВМ – масляные выключатели,

ВБ- вакуумные выключатели.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной

карты.

Таблица 38 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

		Баллы				Конкурентоспособность			
Критерии оценки	Вес критерия	1	2	3	4	K_{k1}	K_{k2}	K_{k3}	K_{k4}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности									
1. Надёжность	0,2	3	5	4	5	0,6	1	0,8	1
2. Легкость эксплуатации	0,1	5	3	4	3	0,25	0,15	0,2	0,15
3. Безопасность	0,2	3	5	4	5	0,6	1	0,8	1
4. Лёгкость монтажа	0,05	5	4	4	4	0,25	0,2	0,2	0,2
1. Цена	0,15	5	3	4	3	0,75	0,45	0,6	0,45
2. Затраты на на монтаж и установку	0,05	5	3	4	3	0,25	0,15	0,2	0,15
3. Затраты на обслуживание и ремонт	0,07	5	1	3	5	0,25	0,05	0,15	0,25
4. Сроки эксплуатации	0,1	4	2	4	2	0,6	0,3	0,6	0,3
5. Затраты, связанные с потерями электроэнергии	0,08	2	5	3	5	0,2	0,5	0,3	0,5
Итого	1	32	31	34	35	3,75	3,8	3,85	4

Из оценочной карты видим, что наиболее конкурентоспособным является вакуумный выключатель 4.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

20.2 Оценка при помощи технологии QuaD

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины различных групп показателей.

Для упрощения процедуры проведения QuaD оценку проводим в табличной форме.

Таблица 39 – Нахождение значения при помощи Quad

Критерий	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,1	95	100	0,95	0,095
2. Надёжность	0,2	100	100	1	0,2
3. Функциональная мощность	0,05	70	100	0,7	0,035
4. Простота обслуживания	0,05	90	100	0,9	0,045
5. Безопасность	0,2	100	100	1	0,2
6. Уровень шума	0,07	100	100	1	0,07
7. Ремонтопригодность	0,08	100	100	1	0,08
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
7. Конкурентоспособность	0,1	95	100	0,95	0,095
8. Перспективность	0,05	80	100	0,8	0,04
9. Цена	0,1	40	100	0,4	0,04
Итого	1				0,9

Оценка качества и перспективности исследуемого варианта по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i,$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности,

B_i – вес показателя (в долях единицы),

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} позволяет судить о перспективах разработки данной схемы. В нашем случае имеем $P_{cp} = 0,9 \cdot 100\% = 90\%$.

Что демонстрирует перспективность работы в данном направлении.

20.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Результаты первого этапа SWOT-анализа представляем в виде табличной формы.

Таблица 40 – матрица SWOT для вакуумного выключателя

	Сильные стороны проекта: С1: Надежность конструкции С2: Простота обслуживания С3: Пожаро- и взрывобезопасность	Слабые стороны проекта: Сл1: Небольшие номинальные токи и токи отключения Сл2: Недолговечность дугогасительного устройства
Возможности проекта В1: Использование на разные классы напряжения В2: Использование новых разработок материалов В3: Замена выключателей других типов		
Угрозы проекта У1: Дороговизна данного типа выключателей		
У2: Меньший спрос		

Переходим к реализации второго этапа.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 41 – Интерактивная матрица сильных, слабых сторон и возможностей проекта

Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		C1	C2	C3
	B1	+	+	-
	B2	0	0	+
	B3	0	+	-
Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		СЛ1	СЛ2	
	B1	+	-	
	B2	0	+	
	B3	+	-	

Таблица 42 – Интерактивная матрица сильных, слабых сторон и угроз проекта

Сильные стороны проекта				
Угрозы проекта		C1	C2	C3
	У1	+	0	-
	У2	-	-	+

Слабые стороны проекта			
Угрозы проекта		СЛ1	СЛ2
	У1	-	-
	У2	+	+

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей, или слабых сторон и возможностей и т.д.

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая учитывает сочетание возможностей с сочетанием (корреляцией) сильных сторон.

Таблица 43 – Итоговая матрица SWOT

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>С1: Надежность конструкции</p> <p>С2: Простота обслуживания</p> <p>С3: Пожаро- и взрывобезопасность</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Сл1: Небольшие номинальные токи и токи отключения</p> <p>Сл2: Недолговечность дугогасительного устройства</p>
<p>Возможности проекта</p> <p>В1: Использование на другие классы напряжения</p> <p>В2: Использование новейшего оборудования</p> <p>В3: Замена других выключателей</p>	В1С1С2, В2С3, В3С2	В1СЛ1, В2СЛ2, В3СЛ1

Угрозы проекта	У1С1С3, У2С3	У2СЛ1СЛ2
У1: Высокая стоимость вакуумных выключателей		
У2: Повышение спроса на элегазовые выключатели		
У3: Отсутствие спроса		

20.4 Структура работы в рамках научного исследования

В данном разделе составляем перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проводим распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице ниже.

Таблица 44 – Перечень этапов работ при проектировании

№ п/п	Содержание работ	Должность исполнителя
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
3	Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия	Инженер
4	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	Инженер, руководитель

Продолжение таблицы

5	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	Инженер, руководитель
6	Проведение графических построений	Инженер
7	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер, руководитель
8	Составление пояснительной записки	Инженер
9	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Руководитель
10	Сдача и защита ВКР	Инженер, руководитель

20.5 Определение трудоёмкости выполнения проекторочных работ и разработка графика проведения научного исследования

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

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

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

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

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоёмкости определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях, учитывая параллельность выполнения работ

несколькими исполнителями, по следующей формуле: $T_{pi} = \frac{t_{ож.і}}{Ч_i}$

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

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

Таблица 45 – Продолжительность работ

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность	
	tmin, чел-дн		tmax, чел-дн		t _{ожи} , чел-дн		работ в рабочих днях T _{pi}	
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
Составление и утверждение технического задания	1	-	2	-	1,4	-	2	-
Подбор и изучение материалов по теме	-	2	-	4		2,8	-	3
Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия	-	28	-	32	-	29,6	-	30
Проектирование системы внутризаводского электроснабжения	1	24	3	30	1,8	26,4	2	27
Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	1	28	2	30	1,4	28,8	2	29
Проведение графических построений	-	1	-	2		1,4	-	2
Оценка эффективности полученных результатов	1	4	2	6	1,4	4,8	2	5

Продолжение таблицы 45

Составление пояснительной записки	-	5	-	12		7,8		8
Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	1	-	2	-	1,4		2	-
Сдача и защита выпускной квалификационной работы	1	3	2	4	1,4	2,8	2	3

В качестве графика инженерных работ будем использовать диаграмму Ганта

Продолжительность выполнения технического проекта составит 111 дней. Из них:

99 дней – продолжительность выполнения работ инженера;

12 дней – продолжительность выполнения работ руководителя.

Таблица 46 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исполнители	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 технического задания	Руководитель	2	■													
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	3	■													
3	Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия	Инженер	30	■	■	■	■	■									
4	Проектирование системы внутризаводского электроснабжения	Руководитель	2								■						
		Инженер	27				■	■	■	■	■						
5	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	Руководитель	2											■			
		Инженер	29								■	■	■	■			
6	Проведение графических построений и обоснований	Инженер	2											■			
7	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	2												■		
		Инженер	5												■	■	
8	Составление пояснительной записки	Инженер	8												■	■	
9	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Руководитель	2													■	
10	Сдача и защита выпускной квалификационной работы	Руководитель	2													■	
		Инженер	3													■	

20.6 Составление сметы затрат на разработку ТП

Смета затрат – полный расчет расходов предприятия на производство и реализацию продукции за определенный календарный период, составленный по экономическим элементам расходов. Смета затрат включает в себя следующие статьи:

- материальные затраты;
- полная заработная плата исполнителей технического проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

20.6.1 Расчет материальных затрат НТИ

В материальные затраты включаются затраты на канцелярские принадлежности, информационные носители (флеш-карты), картриджи и т.п. Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расхi}$$

где m – количество видов материальных ресурсов,

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

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

Значения цен на материальные ресурсы установлены по данным, размещенным на сайте канцелярского магазина ТД „Канцелярский мир”.

Таблица 47 – Материальные затраты

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

20.6.2 Расчет полной заработной платы исполнителей темы

Полная заработная плата:

$$З_{полн} = З_{осн} \cdot З_{доп},$$

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

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

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

Основная заработная плата $З_{осн}$ руководителя от предприятия рассчитывается по формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p,$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата для сотрудника ТПУ рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{тс} + З_{допл} + З_{р.к.}}{F_d},$$

где F_d – количество рабочих дней в месяце (26 при 6-дневной рабочей неделе), раб. дн.

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

$З_{допл}$ – доплаты и надбавки, руб.;

$З_{р.к.}$ – районная доплата, руб.;

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн},$$

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

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Таблица 48 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Зтс, руб.	Здопл, руб	Зр.к., руб	Зм, руб	Здн, руб.	Тр, раб. дн.	Зосн, руб.
Руководитель	23250	2200	7639	33089	1273	12	15270
Инженер	2344	350	808	3502	135	99	13335
Итого Зосн, руб.							28605

Таблица 49 – Расчет полной заработной платы

Исполнители	$k_{доп}$	Зосн, руб.	Здоп, руб.	Зполн, руб.
Руководитель	0,15	15270	2290	17600
Инженер	0,12	13335	1604	14900
Итого Зосн, руб.				32500

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

20.6.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

На 2016 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2 %.

Отчисления во внебюджетные фонды:

$$З_{внеб} = 0,302 \cdot 32500 = 9815 \text{ руб.}$$

20.6.4 Накладные расходы

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

$$З_{накл} = (\text{сумма сметы}) \cdot k_{нр},$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

20.6.5 Формирование сметы технического проекта

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

Определение бюджета затрат на научно технический проект приведен в таблице ниже.

Таблица 50 – Смета затрат технического проекта

Наименование статьи	Сумма, тыс.	Доля, %
1. Материальные затраты ТП	1,2	2,3
2. Затраты по полной заработной плате исполнителей темы	32,5	62,7
3. Отчисления во внебюджетные фонды	9,8	19
4. Накладные расходы	8	16
5. Итого	51,5	100

В ходе выполнения данного параграфа была рассчитана продолжительность выполнения технического проекта, которая составляет 99 раб. дней для инженера и 12 для руководителя. Составлен календарный график выполнения работ. Смета затрат на разработку технического проекта составляет 51,5 тыс.руб, из которых более половины (82 %) составляют затраты на оплату труда. Все результаты проекта оказались ожидаемы и могут быть реализованы.