

**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
<b>Проектирование системы электроснабжения машиностроительного завода</b>

УДК 621.31.031:622.81

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Поминова М.А		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Евдокимов А.А.	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		

**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

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5А3Д	Поминовой Марии Андреевне

Тема работы:

**Проектирование системы электроснабжения машиностроительного завода**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Приказ №969/с от 15.02.2017

**Срок сдачи студентом выполненной работы:**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Объектом исследования является цех твердой изоляции машиностроительного завода. В качестве исходных данных представлены: <ul style="list-style-type: none"><li>✓ генеральный план завода;</li><li>✓ план цеха твердой изоляции;</li><li>✓ сведения об электрических нагрузках всего предприятия;</li><li>✓ сведения об цеха твердой изоляции.</li></ul>
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ постановка задачи проектирования;</li><li>✓ проектирование системы электроснабжения рассматриваемого цеха;</li><li>✓ рассмотрение особенностей трансформаторных подстанций в системах электроснабжения с последующим выбором цеховых трансформаторов;</li><li>✓ обсуждение результатов выполненной работы;</li><li>✓ разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»;</li><li>✓ разработка раздела «Социальная ответственность»;</li><li>✓ заключение.</li></ul>
<b>Перечень графического материала</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ схема расположения ГПП и цеховых ТП с картограммой электрических нагрузок базы;</li><li>✓ однолинейная схема внешнего электроснабжения машиностроительного завода</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ однолинейная схема электроснабжения цеха твердой изоляции;</li> <li>✓ эпюры отклонений напряжения.</li> </ul>
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Потехина Нина Васильевна
«Социальная ответственность»	Дашковский Анатолий Григорьевич
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Евдокимов А.А.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Поминова М.А.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 145 с., 20 рис., 54 табл., 20 источников, 4 приложения.

Ключевые слова: мощность, выбор трансформаторов, компенсация реактивной мощности, питание, электроснабжение цеха, нагрузка, выбор оборудования, однолинейная схема электроснабжения, оборудование.

Объектом изучения является цех твердой изоляции машиностроительного завода.

Цель работы: проектирование системы электроснабжения машиностроительного завода. Рассмотрение принятых решений с точки зрения экономики.

В процессе исследования проводились расчеты нагрузок цеха твердой изоляции. Метода расчета был выбран на основе начальных данных, кроме того выполнен выбор необходимого оборудования и его диагностика при режимах работ отличных от нормальных условий.

В результате исследования была спроектирована четкая схема электроснабжения машиностроительного завода. А так же рассчитан показатель, указывающий на её перспективность.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: машиностроительный завод состоит из 16 цехов, которые относятся ко второй категории по степени надежности, напряжение питающей линии составляет 110 кВ, внутривзаводская сеть 10 кВ, напряжение внутри каждого цеха 0,4 кВ.

Область применения: предприятия машиностроения.

Значимость работы заключается в том, чтобы определить, насколько выгодна выбранная схема электроснабжения для цеха твердой изоляции машиностроительного завода.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	10
1 Объекты и методы исследования .....	13
2 Расчет и аналитика .....	18
2.1 Описание технологического проекта .....	18
2.2 Определение расчетной электрической нагрузки по цехам и по заводу в целом.....	19
2.3 Определение расчётной нагрузки предприятия в целом .....	26
2.4 Картограмма нагрузок и определение центра электрических нагрузок	31
2.5 Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых подстанций .....	34
2.6 Расчет потерь мощности в трансформаторах.....	47
2.7 Выбор номинальной мощности и марки трансформатора ГПП .....	50
2.8 Выбор трансформаторов ГПП.....	51
2.9 Выбор сечения линии, питающей ГПП.....	52
2.10 Система внутривзаводского электроснабжения .....	56
2.11 Расчёт токов короткого замыкания в сети выше 1000 В.....	59
2.12 Выбор и проверка электрических аппаратов и токоведущих частей в сети выше 1000 В .....	67
2.13 Электроснабжение цеха твердой изоляции .....	77
2.14 Выбор и проверка электрических аппаратов и токоведущих частей в сети до 1000 В.....	78
2.15 Выбор сечений линий питающей сети цеха .....	86
2.16 Выбор сечений линии питающих сети цеха.....	92
2.17 Проверка внутрицеховой сети по потерям напряжения. Построение эпюр отклонения напряжения ГПП до наиболее мощного и удаленного ЭП.....	94
2.18 Расчёт токов короткого замыкания в сети до 1000 В.....	99
2.19 Построение карты селективности действия аппаратов защиты для участка цеховой сети. ....	104
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	107
3.1 Технология QuaD .....	108
3.2 Планирование научно-исследовательской разработки .....	109
3.2.1 Структура работ в рамках технического проектирования.....	109
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	111
3.3.1 Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	115
3.3.2 Расчет затрат на амортизацию .....	116

3.3.3 Основная заработная плата исполнителей .....	116
3.3.5 Накладные расходы.....	119
3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .	120
4 Социальная ответственность.....	123
4.1 Описание технологического процесса и рабочего места.....	123
4.2 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению .....	123
4.3 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению .....	131
4.4 Экологическая безопасность.....	132
4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	134
4.6 План эвакуации.....	136
4.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	137
Список литературы .....	138
Приложение А – Однолинейная схема электроснабжения ремонтно-механического цеха.....	140

### **3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Основная цель данного раздела – это обоснование целесообразного разработки технического проекта по электроснабжению машиностроительного завода. При этом подробно будут рассматриваться планово-временные и материальные характеристики процесса проектирования.

**Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:**

1. Оценка перспективности проведения научных исследований;
2. Планирование научно-исследовательских работ;
3. Формирование бюджета на проектирование;
4. Определение ресурсной эффективности исследования.

Актуальность данного раздела заключается в том, что бы определить, насколько перспективна и рентабельна выбранная схема электроснабжения.

### 3.1 Технология QuaD

Гибкий инструмент, который описывает перспективность, качество и характеристики разработки на рынке называется технология QuaD. Данная технология позволяет принимать решение о вложении средств в исследовательский проект. Расчет с помощью этой технологии очень похож на методику расчета оценки конкурентных технических решений.

Оценка будет приводиться в форме таблицы. Показатели будут выбраны экспертным путем и оцениваться от 1 до 100 баллов. Где 1- самая слабая позиция, а 100 – самая сильная позиция. Обязательно учитывается, что веса показателей в сумме должны быть равны единице.

Таблица 3.1 – Оценка радиальной схемы по технологии QuaD

Критерий	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	6
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Энергоэффективность	0,15	100	100	1	0,15
2. Надёжность	0,2	100	100	1	0,2
3. Унифицированность	0,05	100	100	1	0,05
4. Простота монтажа	0,05	40	100	0,4	0,02
5. Безопасность	0,2	100	100	1	0,2
6. Расход материалов	0,05	30	100	0,3	0,015
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
7. Конкурентоспособность	0,1	85	100	0,85	0,085
8. Перспективность	0,07	80	100	0,8	0,056
9. Цена	0,1	40	100	0,4	0,04
Итого	1	675	-	6,55	0,816

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

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

$P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя.

Величина  $P_{cp}$  дает возможность оценить перспективы разработки и качество исследования, которое было проделано. В случае если показатель  $P_{cp}$  находится в пределах от 0 до 19 – перспективность разработки слишком низкая. От 20 до 39 принимают, что перспективность разработки ниже среднего. В случае, когда от 40 до 59 – перспективность средняя, а от 60-79 – то перспективность выше среднего, ну и от 80 до 100 Разработку считают высокоперспективной в дальнейшем.

В данном случае получим, что  $P_{cp} = 0,816 \cdot 100\% = 81,6\%$ . Что говорит о том, что работа в данном направлении достаточно перспективна.

### **3.2 Планирование научно-исследовательской разработки**

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- Определяются структуры работ технического проектирования;
- Определяются участники каждой работы;
- Устанавливается продолжительность работ;
- Построение графика проектирования системы электроснабжения машиностроительного завода.

#### **3.2.1 Структура работ в рамках технического проектирования**

Для выполнения проектирования формируется состав работников, в который входят преподаватели, лаборанты, научные руководители, техники, инженеры. Далее на каждый из этапов работы назначается свой исполнитель и обозначается его должность.

Таблица 3.2 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

<b>Основные этапы</b>	<b>№</b>	<b>Содержание работ</b>	<b>Должность исполнителя</b>
Подготовка технической задачи	1	Формирование и утверждение технического задания	Научный руководитель
Подбор направления технической проектировки завода	2	Подбор и изучение материалов по теме, примерный план работ	Инженер
Расчеты и проектирование системы электроснабжения цеха №12 машиностроительного завода	3	Осуществление расчетов электрических нагрузок предприятия	Инженер
	4	Подбор количества и мощности трансформаторов цеховых подстанций	Инженер
	5	Компенсация реактивной мощности	Инженер
	6	Расчёт ТКЗ в сети выше 1 кВ	
	7	Электроснабжение цеха твердой изоляции	Инженер
	8	Выбор сечений линий питающей сети цеха	Инженер
	9	Проведение графических построений	Инженер
Подведение итогов и анализ результатов	10	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель
Формирование отчета согласно техническому проектированию	11	Составление пояснительной записки	Инженер
	12	Проверка пояснительной записки	Научный руководитель

### 3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Далее необходимо определить трудоемкость работы каждого исполнителя проекта. Трудоемкость измеряется в человеко-днях и оценивается экспертным путем.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{\text{ож}i}$  используется следующая формула:

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

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

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

где  $T_{pi}$  – 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.

### 3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Ленточный график, расположенный по горизонтали, а по вертикали располагаются задачи, подзадачи и проекты, которые есть в плане. Началу и концу выполнения работ соответствует начало и конец отрезка по шкале времени. Но как таковым графиком работ диаграмма Ганта не является, это и есть её основной недостаток, а так же не отображает сущность работы.

Разбиваем месяца на декады (10 дней) и строим план-график. Работы выделяются различными штриховками, в зависимости от того, какой исполнитель выполняет работу.

Для построения диаграммы Ганта, необходимо длительность каждого этапа работы из рабочих дней перевести в календарные дни, для этого рассчитывается коэффициент календарности:

- ✓ для шестидневной рабочей недели

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

- ✓ для пятидневной рабочей недели

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48;$$

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.

Рассчитав коэффициент календарности определяется длительность каждого этапа работы в календарных днях:

$$T_k = T_p \cdot k_{\text{кал}} = 2 \cdot 1,22 = 2,44 \approx 3 \text{ дня};$$

$T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$  – ой работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$  – ой работы в рабочих днях.

Все рассчитанные значения сводятся в таблицу 9.

Таблица 3.3 – Календарная продолжительность работ

Название работы	Трудоёмкость работ, чел-дни						Длительность работ в рабочих днях		Длительность работ в календарных днях	
	$t_{\min}$ ,		$t_{\max}$ ,		$t_{\text{ож}}$		Научный руководитель	Инженер	Научный руководитель	Инженер
	Научный руководитель	Инженер	Научный руководитель	Инженер	Научный руководитель	Инженер				
Составление и утверждение технического задания	1		2		1,4		2		3	
Подбор и изучение материалов по теме, примерный план работ		2		4		2,8		3		5
Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия		8		11		9,2		10		15
Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых подстанций		8		11		9,2		10		15
Компенсация реактивной мощности		8		10		8,8		9		14
Расчёт ТКЗ в сети выше 1кВ		9		11		9,8		10		15
Электроснабжение цеха твердой изоляции		9		11		9,8		10		15
Выбор сечений линий питающей сети цеха		5		6		5,4		6		9
Проведение графических построений		1		2		1,4		2		3
Оценка эффективности полученных результатов	1		2		1,4		2		3	
Составление пояснительной записки		5		7		5,8		6		9
Проверка пояснительной записки руководителем	1		2		1,4		2		3	

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

Таблица 3.4 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исполнитель	$T_{pi}$ , раб. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				Февр.		Март			Апрель			Май			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	3												
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	5												
3	Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых подстанций	Инженер	15												
4	Компенсация реактивной мощности	Инженер	15												
5	Расчёт ТКЗ в сети выше 1 кВ	Инженер	15												
6	Электроснабжение цеха твердой изоляции	Инженер	15												
7	Выбор сечений линий питающей сети цеха	Инженер	9												
8	Проведение графических построений	Инженер	3												
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	3												
10	Составление пояснительной записки	Инженер	9												
11	Проверка пояснительной записки руководителем	Руководитель	3												

Исходя из составленной диаграммы, можно сделать вывод, что продолжительность работ занимает 11 декад, начиная со второй декады февраля, заканчивая третьей декадой мая. Продолжительность выполнения технического проекта составит 109 дня. Из них:

100 дней – продолжительность выполнения работ дипломника;

9 дней – продолжительность выполнения работ руководителя;

### **3.3 Формирование бюджета затрат на проектирование**

#### **3.3.1 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)**

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- Амортизация;
- Накладные расходы;
- Основная заработная плата исполнителей;
- Дополнительная заработная плата исполнителей;
- Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

#### **3.3.2 Расчет затрат на амортизацию**

В разделе рассмотрены затраты на амортизацию необходимого оборудования, в данном случае это персональный компьютер.

№	Название оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Итоговая стоимость оборудования, руб.
1	Персональный компьютер	1	63600	63600
Итого:				63600

Поскольку данное оборудование используется в течение длительного периода времени, в затраты включаются амортизационные отчисления.

Расчет амортизации компьютера линейным методом

- для компьютера

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

Ежегодная сумма амортизации:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{100\%} \cdot \frac{T_{\text{дн}}}{365} = \frac{33,3 \cdot 63600}{100} \cdot \frac{66}{365} = 3831 \text{руб.},$$

где  $H_A$  – норма амортизации;

$n$  – срок полезного использования, год;

$I$  – итоговая сумма в тыс. руб.;

$T_{\text{дн}}$  – количество рабочих дней пользования компьютером.

### 3.3.3 Основная заработная плата исполнителей

В данном пункте будет рассмотрена основная заработная плата всех исполнителей, которые были задействованы в данном исследовании, а нашем случае, инженер и научный руководитель. К основной заработной плате добавляется премия, которая выплачивается ежемесячно и составляет 30-20 % от оклада.

В ТПУ заработная плата составляется следующим образом:

#### 1. Оклад.

В ТПУ размер оклада изменяется в зависимости от занимаемой должности, доцент, профессор, ассистент и другие.

#### 2. Стимулирующие выплаты.

Данные выплаты устанавливает руководитель, например за: добросовестный труд (25%) или дополнительную нагрузку.

#### 3. Районные коэффициенты.

Начисляется в зависимости от того, где располагается район.

Общая заработная плата определяется как:

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

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

Размер основной заработной платы определяется по формуле:

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

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

$T_p$  – общая сумма продолжительности работы, которую выполняет работник.

Размер среднедневной заработной платы рассчитывается по формуле:

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

$Z_M$  – месячная заработная плата научно – технического работника;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска

$F_D$  – годовой фонд персонала (с учетом больничных дней, выходных и праздников).

Месячная заработная плата научно-технического работника определяется по формуле:

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

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

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

$k_D$  – коэффициент доплат и надбавок, составляет примерно 20%;

$k_p$  – районный коэффициент, для Томска равен 1,3.

С помощью выше приведенных формул вычислим основную зарплату:

✓ Для инженера

$$Z_{TC} = 17000$$

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_D) \cdot k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{33150 \cdot 11,2}{365 - 118 - 28} = 1695,5 \text{ руб};$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p = 1695,5 \cdot 66 = 111893 \text{ руб};$$

$$Z_{\Pi} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} + 0,15 \cdot Z_{\text{осн}} = 111893 + 0,15 \cdot 111893 = 128677 \text{ руб}.$$

✓ Для научного руководителя

$$Z_{TC} = 26300$$

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_D) \cdot k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{51285 \cdot 10,4}{365 - 66 - 56} = 2195 \text{ руб};$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p = 2195 \cdot 6 = 13169,5 \text{ руб};$$

$$Z_{\Pi} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} + 0,15 \cdot Z_{\text{осн}} = 13169,5 + 0,15 \cdot 13169,5 = 15145 \text{ руб}.$$

### 3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды. В 2017 году  $k_{\text{внеб}} = 27,1\%$

Таблица 3.6 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Заработная плата	
	Основная	Дополнительная
Инженер	111893	16784
Руководитель	13169,5	1975,5
Коэффициент отчислений	0,271	
Итого	$Z_{внеб} = 0,271 \cdot (128677 + 15145,5) = 38976 \text{ руб.}$	

### 3.3.5 Накладные расходы

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

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 - 4) \cdot k_{нр};$$

$k_{нр}$  – коэффициент, который учитывает накладные расходы, принимаем в размере 16%.

Тогда накладные расходы НТИ можно рассчитать, как:

$$Z_{накл} = (A + Z_{внеб} + Z_{П(инженер)} + Z_{П(рук-ль)}) \cdot 0,16 = 29861 \text{ руб.}$$

### 3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Формирование бюджета затрат проекта основывается на расчете величины затрат научной работы. Данный бюджет указывается как минимум затрат необходимый на разработку продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по выбранному варианту приведено в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Бюджет затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля от общей суммы, %
Амортизация	3831	1,8
Затраты на заработную плату инженера	128677	59,4
Затраты на заработную плату руководителя	15145	8,3
Затраты на отчисления во внебюджетные фонды	38976	18
Накладные расходы	29861	13,8
Бюджет затрат НТИ	216490	100

### 3.4 Ресурсоэффективность проекта

Ресурсоэффективность научного исследования определяется при помощи интегрального критерия ресурсоэффективности, который имеет следующий вид:

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

где:  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$  – весовой коэффициент проекта;  $b_i$  – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 3.8 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Надёжность	0,25	5
2. Гибкость	0,25	3
3. Безопасность	0,15	5
4. Простота монтажа	0,1	3
5. Расход материала	0,1	3

6. Материальные затраты	0,15	5
Итого:	1	4,1

Интегральный показатель ресурсоэффективности для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi} = 0,25 \cdot 5 + 0,25 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 + 0,1 \cdot 3 + 0,1 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 = 4,1$$

Проведенная оценка ресурсоэффективности научного исследования дает достаточно хороший результат (4,1 из 5), что свидетельствует об эффективности его реализации.

В заключение раздела было выявлено, что по технологии QuaD более перспективной разработкой в данном проекте является радиальная схема. Так же об этом указывает показатель  $P_{cp}=81,6\%$ , который находится в промежутке от 80 до 100, что указывает на перспективность в дальнейшем.

При выполнении научно-исследовательской разработки были выбраны основные этапы работ при проектировании и выбрана предполагаемая трудоемкость, далее по полученным данным был построен график Ганта.

В итоге суммарный бюджет научного технического исследования составил 216490 рубля.

Практическая значимость работы заключается в том, чтобы определить, насколько выгодна выбранная схема электроснабжения для цеха твердой изоляции машиностроительного завода. Радиальная схема обладает несколькими достоинствами: надежность и простота монтажа. Но данная схема не гибкая, в плане изменения места положения электроприемника, что является минусом системы

## Заключение

Итогом выполнения выпускной квалификационной работы является спроектированная система электроснабжения машиностроительного завода и его цеха твердой изоляции.

Методом коэффициента расчетной мощности определяли электрические нагрузки цеха. В результате полная мощность  $S_p = 419,64 \text{ кВА}$ , а ток расчетный цеха  $I_p = 626,95 \text{ А}$ . Далее по методу коэффициента спроса велся расчет полной расчетной мощности оставшихся цехов.

Затем по полученным значениям мощности, определялось месторасположение центра электрических нагрузок, где была установлена главная понизительная подстанция.

Количество и необходимая мощность цеховых силовых трансформаторов выбиралась далее. Принято к установке 14 трансформаторов, питание которых осуществлялось кабелями марки ААШв на 10 кВ по радиальной схеме.

Питание цеха выполнено двухцепной воздушной линией напряжением 110 кВ и марки АС-70/11. На ГПП для обеспечения надежности электроснабжения установлено два трансформатора ТМН-10000/110.

Так же в сети выше 1000 В производился расчет токов короткого замыкания, на основе этого была выполнена проверка кабельных линий внутри завода и выбор высоковольтного оборудования.

Питание электроприемников цеха твердой изоляции выполняется кабельными линиями марки АВВГ, а их защита осуществляется автоматическими выключателями серии ВА.

В сети ниже 1000 В тоже производился расчет ТКЗ. По полученным значениям построены эпюры отклонений напряжения для максимального, минимального и послеаварийного режима, анализ эпюр показал, что во всех режимах отклонение напряжения не превышает максимально допустимого

$\pm 5\%$ . а так же построена карта селективности действия. Также построена карта селективности, из которой видно, что все аппараты работают в соответствии с предъявленными требованиями.