

**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)**

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Проектирование системы электроснабжения завода железобетонных конструкций</b>
УДК <u>621.31.031:666.982.013</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Гончарова С.А.		

Руководитель

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

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
<b>Электроснабжение промышленных предприятий</b>	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 (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	Гончаровой Светлане Александровне

Тема работы:

Проектирование системы электроснабжения завода железобетонных конструкций	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	15.02.2017 №969/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></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 арматурный цех завода железобетонных конструкций. В качестве исходных данных представлены:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- генеральный план завода;</li><li>- план арматурного цеха;</li><li>- сведения об электрических нагрузках завода;</li><li>- сведения об электрических нагрузках арматурного цеха.</li></ul>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- постановка задачи проектирования;</li> <li>- проектирование системы электроснабжения завода;</li> <li>- проверка выбранных трансформаторов ГПП по условиям тепловой перегрузочной способности;</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>
--	--

<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- генплан предприятия, распределение электроэнергии, картограмма нагрузок;</li> <li>- схема электрическая принципиальная;</li> <li>- схема силовой цепи цеха, эпюра отклонения напряжения;</li> <li>- однолинейная схема электроснабжения арматурного цеха, карта селективности;</li> <li>- тепловая перегрузочная способность трансформаторов ГПП.</li> </ul>
--	---

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

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

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

Не предусмотрено

**Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику**

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Гончарова С.А.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 148 страниц, 23 рисунка, 58 таблиц, 23 источника, 5 приложений.

**Ключевые слова:** электроснабжение цеха, расчетная нагрузка, картограмма нагрузок, выбор трансформаторов, компенсация реактивной мощности, выбор напряжения, расчет токов короткого замыкания, выбор оборудования, проверка оборудования, карта селективности, тепловая перегрузочная способность трансформаторов, ресурсосбережение, ресурсоэффективность, социальная ответственность.

Объект исследования – завод железобетонных конструкций, арматурный цех.

**Цель работы:** проектирование системы электроснабжения завода железобетонных конструкций, обоснование своих решений.

В ходе работы:

- определена расчетная нагрузка предприятия по исходным данным, учтена расчетная нагрузка освещения цехов и территории предприятия, учтены потери мощности в цеховых трансформаторах, трансформаторах главной понизительной подстанции и линиях;
- построена картограмма электрических нагрузок;
- выбрана схема для электроснабжения завода;
- выбраны напряжение для питающей сети предприятия, сечения кабельных линий, мощность трансформаторов ГПП;
- произведен расчет токов короткого замыкания выше и ниже 1000 В.

Расчет электрических нагрузок арматурного цеха совершен с помощью метода коэффициента расчетной активной мощности, в ходе расчета были получены значения полной расчетной мощности и расчетного тока. Полные расчетные мощности остальных цехов завода и полная мощность предприятия были найдены методом коэффициента спроса. Схема внутриводской сети – радиальная.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	12
2 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА.....	14
2.1 Описание технологического процесса.....	14
2.2 Выбор схемы электроснабжения и расчет электрических нагрузок арматурного цеха.....	18
2.3 Определение расчетной нагрузки каждого цеха и предприятия в целом с учетом осветительной нагрузки.....	28
2.4 Картограмма и определение центра электрических нагрузок.....	33
2.5 Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых подстанций.....	38
2.6 Компенсация реактивной мощности цеховых трансформаторных подстанций и уточнение их нагрузки.....	42
2.7 Расчет потерь мощности в трансформатора.....	50
2.8 Выбор рационального напряжения внешнего электроснабжения предприятия.....	51
2.9 Выбор трансформаторов ГПП.....	52
2.10 Выбор сечения линии, питающей ГПП.....	54
2.11 Схема внутривародской распределительной сети 10 кВ.....	59
2.12 Расчёт токов короткого замыкания в сети выше 1000 В.....	63
2.13 Выбор оборудования ГП.....	70
2.14 Электроснабжение арматурного цеха.....	86
2.15 Выбор сечений линий питающей сети цеха.....	92
2.16 Проверка внутрицеховой сети по потерям напряжения. Построения эпюр отклонений напряжения до наиболее мощного и удаленного ЭП.....	96
2.17 Расчет токов короткого замыкания в сети ниже 1000 В.....	103
2.18 Построение карты селективности действия аппаратов защиты.....	107
3 ПРОВЕРКА ВЫБРАННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ГПП ПО УСЛОВИЯМ ТЕПЛОЙ ПЕРЕГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ.....	111
3.1 Тепловой режим трансформатора.....	111
3.2 Нагрев трансформаторов при неравномерном графике нагрузки.....	113
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	115
4.1 Технология QuaD.....	115
4.2 Структура работы в рамках научного исследования.....	118
4.3 Определение трудоёмкости выполнения проектировочных работ.....	119
4.4 Разработка графика проведения научного исследования.....	120
4.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	124

4.5.1	Расчёт материальных затрат НТИ.....	124
4.5.2	Расчет затрат на оборудование для научных (экспериментальных) работ.....	124
4.5.3	Расчет амортизационных отчислений.....	125
4.5.4	Основная заработная плата исполнителей.....	125
4.5.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	127
4.5.6	Накладные расходы.....	127
4.5.7	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	127
	<b>5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....</b>	<b>129</b>
5.1	Описание технологического процесса и рабочего места.....	129
5.2	Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	130
5.3	Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению.....	131
5.4	Экологическая безопасность.....	132
5.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	134
5.5.1	Расчет заземления.....	135
5.6	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	137
	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>139</b>
	<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>141</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А – Генплан предприятия. Распределение электроэнергии. Картограмма нагрузок.....</b>	<b>144</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Схема электрическая принципиальная.....</b>	<b>145</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В – Схема силовой цепи цеха. Эпюра отклонения напряжения.....</b>	<b>146</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Однолинейная схема электроснабжения арматурного цеха. Карта селективности.....</b>	<b>147</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Тепловая перегрузочная способность трансформаторов ГПП.....</b>	<b>148</b>

## **РАЗДЕЛ 4                    ФИНАНСОВЫЙ                    МЕНЕДЖМЕНТ**

### **РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

Цель данного раздела – экономический анализ проектируемых вариантов.

В данном разделе решаются задачи:

1. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
2. Планирование научно-исследовательских работ;
3. Расчет бюджета затрат на проектирование.

Актуальность данного раздела заключается в том, что на сегодняшний день при разработке проектов в энергетике большое внимание уделяется экономике, так как помимо обеспечения надежности, безопасности системы электроснабжения должны удовлетворять минимуму затрат.

#### **4.1 Технология QuaD**

Технология QuaD (QUality ADvisor) позволяет измерять характеристики, которые описывают качество и перспективность разработки на рынке и позволяют решать вопрос рациональности вложения денежных средств в проектируемую работу.

По технологии QuaD любой показатель измеряется по стобальной шкале, где 1 – самая слабая позиция, а 100 – самая сильная. Вес всех показателей в сумме дают 1.

Таблица 4.1.1 – Радиальная схема по технологии QuaD

Критерий	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,15	60	100	0,6	0,09
2. Надёжность	0,2	100	100	1	0,2
3. Унифицированность	0,05	100	100	1	0,05
4. Простота монтажа	0,05	60	100	0,6	0,03
5. Безопасность	0,2	100	100	1	0,2
6. Расход материалов	0,05	30	100	0,3	0,015
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
7. Конкурентоспособность	0,1	85	100	0,85	0,085
8. Перспективность	0,1	85	100	0,85	0,085
9. Цена	0,1	60	100	0,6	0,06
Итого	1	680	-	6,8	0,815

Таблица 4.1.2 – Магистральная схема по технологии QuaD

Критерий	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,15	90	100	0,9	0,135
2. Надёжность	0,2	60	100	0,6	0,12
3. Унифицированность	0,05	70	100	0,7	0,035
4. Простота монтажа	0,05	100	100	1	0,05
5. Безопасность	0,2	80	100	0,8	0,16
6. Расход материалов	0,05	90	100	0,9	0,045
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					

Продолжение таблицы 4.1.2

7. Конкурентоспособность	0,1	80	100	0,8	0,08
8. Перспективность	0,1	85	100	0,85	0,085
9. Цена	0,1	80	100	0,8	0,08
Итого	1	735	-	7,35	0,79

Таблица 4.1.3 – Смешанная схема по технологии QuaD

Критерий	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,15	80	100	0,8	0,12
2. Надёжность	0,2	70	100	0,7	0,14
3. Унифицированность	0,05	70	100	0,7	0,035
4. Простота монтажа	0,05	50	100	0,5	0,025
5. Безопасность	0,2	90	100	0,9	0,18
6. Расход материалов	0,05	50	100	0,5	0,025
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
7. Конкурентоспособность	0,1	70	100	0,7	0,07
8. Перспективность	0,1	70	100	0,7	0,049
9. Цена	0,1	50	100	0,5	0,05
Итого	1	600	-	6	0,694

Качество и перспективность проектируемого варианта по технологии QuaD находится по выражению:

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

где  $P_{CP}$  - – средневзвешенное значение;

$B_i$  - вес показателя

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

Значение  $P_{CP}$  показывает перспективность и качество разработки. Если значение  $80 \leq P_{CP} \leq 100$  - разработка перспективна;  $60 \leq P_{CP} \leq 79$  -

перспективность выше среднего;  $40 \leq P_{\text{ср}} \leq 59$  – перспективность средняя;  $20 \leq P_{\text{ср}} \leq 39$  – перспективность ниже среднего;  $P_{\text{ср}} \leq 19$  – то перспективность очень низкая.

Имеем, что  $P_{\text{ср}} = 0,815 \cdot 100\% = 81,5\%$ , это показывает перспективность работы в данном направлении. Радиальная сеть обладает такими достоинствами как: высокая надежностью, применение с любой окружающей средой, простота применения элементов автоматики. Все эти достоинства значительно увеличивают качество радиальной сети над остальными вариантами. Также перспективность этого варианта увеличивает возможность применения бронированной или негорючей изоляции, современных установок.

## 4.2 Структура работы в рамках научного исследования

Нужно создать список этапов работ в рамках проектирования научного исследования, распределить исполнителей по типам работ. Алгоритм составления этапов работ, распределение исполнителей по типам работ представлен в таблице 4.2.1.

Таблица 4.2.1 – Перечень этапов работ при проектировании

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Поиск и рассмотрение информации по теме	Инженер
	3	Структурирование найденных материалов	Инженер
	4	Календарное планирование работ	Инженер
Теоретические исследования	5	Расчет электрических нагрузок завода железобетонных конструкций	Инженер
	6	Проектирование системы внутриводского электроснабжения	Инженер

Продолжение таблицы 4.2.1

	7	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	Инженер
	8	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер
	9	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Руководитель
Оформление отчета по техническому проектированию	10	Составление пояснительной записки	Инженер
Защита проекта	11	Подготовка к защите ВКР	Руководитель Инженер

По таблице 4.2.1 видны этапы проектирования. Итогом данного проекта является выпускная квалификационная работа.

### 4.3 Определение трудоёмкости выполнения проектировочных работ

Трудовые затраты составляют основную часть от стоимости разработки, поэтому важным аспектом является определение трудоемкости работ каждого из участников проекта.

Для нахождения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ож_i}$  применяется выражение:

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

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

$t_{\min_i}$  – минимальная возможная трудоемкость исполнения заданной  $i$  – ой работы, чел. – дн.;

$t_{\max_i}$  – максимальная возможная трудоемкость исполнения заданной  $i$  – ой работы, чел. – дн.

Продолжительность каждой работы в рабочих днях, с учетом параллельности выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

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

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

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

#### 4.4 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобный и наглядный способ - ленточный график проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, которые характеризуются датами начала и конца исполнения данных работ.

Время каждого рабочего этапа из рабочих дней необходимо перевести в календарные дни:

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

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 :

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

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.

Коэффициент календарности на 2017 год ( 5 – дневная рабочая неделя):

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,478.$$

Коэффициент календарности на 2017 год ( 6 – дневная рабочая неделя):

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

Длительность работы в календарных днях для руководителя :

$$T_{\text{к1}} = T_{\text{р1}} \cdot k_{\text{кал}} = 3,8 \cdot 1,22 = 4,6 \approx 5 \text{ дн.}$$

Длительность работы в календарных днях для инженера :

$$T_{\text{к2}} = T_{\text{р2}} \cdot k_{\text{кал}} = 2,4 \cdot 1,478 = 3,5 \approx 4 \text{ дн.}$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе необходимо округлить до целого числа.

Полученные значения представлены в таблице 4.4.1.

Таблица 4.4.1 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Длительность работ в рабочих днях $T_{\text{рi}}$	Длительность работ в календарных днях $T_{\text{кi}}$
	$t_{\text{min}}$ , чел-дни	$t_{\text{max}}$ , чел-дни	$t_{\text{ож}}$ , чел-дни		
Составление и утверждение технического задания	3	5	3,8	3,8	5
Поиск и рассмотрение информации по теме	2	3	2,4	2,4	4
Структурирование найденных материалов	5	7	5,8	5,8	9
Календарное планирование работ	2	3	2,4	2,4	4
Расчет электрических нагрузок завода железобетонных конструкций	9	11	9,8	9,8	15

Продолжение таблицы 4.4.1

Проектирование системы внутризаводского электрообеспечения	6	7	6,4	6,4	10
Проектирование системы внутрицехового электрообеспечения	5	6	5,4	5,4	8
Оценка эффективности полученных результатов	5	6	5,4	5,4	8
Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	12	14	12,8	12,8	16
Составление пояснительной записки	2	3	2,4	2,4	4
Подготовка к защите ВКР	1	2	1,4	0,7	1/1
Итого				57,3	84

Таблица 4.4.2 – График Ганта

№	Вид работ	Ткi, кал. дней	Продолжительность выполнения работ											
			февраль		март			апрель			май			
			2	3	1	2	3	1	2	3	1			
1	Составление и утверждение технического задания	5	■											
2	Поиск и рассмотрение информации по теме	4		■										
3	Структурирование найденных материалов	9			■									
4	Календарное планирование работ	4				■								
5	Расчет электрических нагрузок завода железобетонных конструкций	15					■							
6	Проектирование системы внутризаводского электроснабжения	10						■						
7	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	8							■					
8	Оценка эффективности полученных результатов	8								■				
9	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	16									■			
10	Составление пояснительной записки	4											■	
11	Подготовка к защите ВКР	1/1												■

■ - инженер, ■ - руководитель

## 4.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

### 4.5.1 Расчёт материальных затрат НТИ

В стоимость материальных затрат включается стоимость материалов, которые используются при проектировании системы электроснабжения завода железобетонных конструкций, а именно канцелярских принадлежностей.

Таблица 4.5.1.1 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, руб .
Ручка	шт.	1	35	35
Тетрадь	шт.	1	40	40
Бумага	лист.	170	2	340
Картридж	шт.	1	700	700
Папка	шт.	1	20	20
Итого :				1135

### 4.5.2 Расчет затрат на оборудование для научных (экспериментальных) работ

Расчеты по приобретению оборудования, которое есть у организации, но используется для каждого исполнения конкретной темы, сводятся в таблицу 4.5.2.1.

Таблица 4.5.2.1 – Бюджет на приобретение оборудования

№	Наименование оборудования	Кол – во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб
1	ПК	1	43,000	43,000
Итого :				43,000

#### 4.5.3 Расчет амортизационных отчислений

Под амортизационными отчислениями понимаются отчисления части стоимости основных фондов для возмещения их износа

Цена ПК больше 40000 руб., необходимо учитывать амортизацию:

$$A = \frac{\text{Стоимость} \cdot N_{\text{дн.исп.}}}{\text{Срок службы} \cdot 365} = \frac{43000 \cdot 41}{3 \cdot 365} = 1610 \text{ тыс.руб.}$$

#### 4.5.4 Основная заработная плата исполнителей

Расходы по заработной плате определяются по трудоемкости выполняемой работы и действующей системы окладов и тарифных ставок. В основную заработную плату вносится премия, которая выплачивается каждый месяц в размере 20 –30 % от оклада.

Заработная плата инженера-проектировщика:

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

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

$$Z_{\text{доп}} = 0,15 \cdot Z_{\text{осн}} - \text{дополнительная заработная плата.}$$

Размер основной заработной платы находится из выражения:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}};$$

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

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

Размер среднедневной заработной платы рассчитывается по формуле:

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

где  $Z_M$  - месячный оклад научно – технического работника;

$M$  - количество месяцев работы без отпуска ( $M = 11,2$  для пятидневной рабочей недели и отпуске в 28 рабочих дней,  $M = 10,4$  для шестидневной рабочей недели и отпуске в 56 рабочих дней);

$F_D$  - действительный годовой фонд научно технического персонала.

Месячный оклад научно – технического работника определяется по формуле:

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

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

$k_{\text{пр}}$  - премиальный коэффициент, 0,3;

$k_{\text{д}}$  - коэффициент доплат и надбавок, 0,2;

$k_{\text{р}}$  - районный коэффициент, для Томска равен 1,3.

С помощью представленных выше формул находим основную заработную плату инженера НТИ:

$$Z_M = Z_{\text{ТС}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб};$$

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p = 1695 \cdot 41 = 69495 \text{ руб};$$

$$Z_{\text{П}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} + 0,15 \cdot Z_{\text{осн}} = 69495 + 0,15 \cdot 69495 = 79919,25 \text{ руб}.$$

Руководитель имеет оклад равный 26300 рубля. С учётом этого, рассчитаем размер основной заработной платы руководителя НТИ.

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

Отчисления во внебюджетные фонды:

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

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

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 4.5.5.1.

Таблица 4.5.5.1 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Инженер	69495	10424,25
Руководитель	41202	6180,3
Коэффициент отчислений	0,271	
Итого	$Z_{\text{внеб}} = 0,271 \cdot (69495 + 10424,25 + 41202 + 6180,3) = 34498,7$ руб.	

#### 4.5.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, которые не попали в предыдущие статьи расходов. Накладные расходы находятся по выражению:

$$\begin{aligned} Z_{\text{накл}} &= (\text{Сумма статей 1–5}) \cdot 0,16 = \\ &= (1135 + 43000 + 1610 + 79919,25 + 47382,3 + 34498,7) \cdot 0,16 = 33206,6 \text{ руб.} \end{aligned}$$

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

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16%.

#### 4.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанные затраты научно-исследовательской работы – основа для определения бюджета затрат проекта.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 4.5.7.1.

Таблица 4.5.7.1 – Бюджет затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля в %
Расчет материальных затрат НТИ	1135	0,5
Расчет затрат на специальное оборудование	43000	17,8
Расчет амортизационных отчислений	1610	0,7
Расчёт затрат на заработную плату инженера	79919,25	33,2
Расчёт затрат на заработную плату руководителя	47382,3	19,7
Расчёт затрат на отчисления во внебюджетные фонды	34498,7	14,3
Расчёт накладных расходов	33206,6	13,8
Бюджет затрат НТИ	240751,9	100

Из данных таблицы видно, что большую долю всех затрат из бюджета научно-технического исследования составляют заработные платы инженера и руководителя. Самые малые доли от общих затрат имеют материальные затраты НТИ и амортизационные отчисления. Все затраты проекта могут быть реализованы, так как оказались ожидаемы.

С практической точки зрения из данного раздела видно, что выбранная радиальная схема электроснабжения является наиболее выгодным вариантом, так как она обладает большей надежностью и безопасностью. Улучшением данного варианта может послужить использование большее дешевых кабелей и оборудования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении выпускной квалификационной работы по теме «Проектирование системы электроснабжения завода железобетонных конструкций» были рассмотрены все вопросы технического задания.

По итогу расчета электрических нагрузок арматурного цеха способом коэффициента расчетной мощности получены сведения: расчетный ток по цеху  $I_p = 985,23$  А, полная расчетная мощность цеха  $S_p = 648,46$  кВА. Полные расчетные мощности остальных цехов завода были найдены методом  $K_c$ , также найдена полная расчетная мощность всего завода, при этом была учтена осветительная нагрузка.

Создана картограмма нагрузок всего завода по полученным данным расчета электрических нагрузок, найден центр электрических нагрузок. ГПП размещена в зоне рассеяния рядом с центром электрических нагрузок.

Выполнен рациональный расчет и выбор числа и мощности цеховых силовых трансформаторов марки ТМ, распределенных в соответствии с категориями надежности всех цехов завода. Питание цеховых силовых трансформаторов производится по радиальной схеме кабелями марки ААШв напряжением 10 кВ.

Итогом экономического сравнения двух различных вариантов компенсации реактивной мощности стал вариант компенсации реактивной мощности на стороне высокого и низкого напряжения непосредственно на цеховых трансформаторных подстанциях. Конденсаторные батареи присоединяются к сборным шинам низкого напряжения ГПП и низкого напряжения ТП.

Питание завода электроэнергией происходит от внешней энергосистемы по двухцепной ВЛЭП на металлических опорах напряжением 35 кВ. Линия изготовлена из провода АС-95/16. Два трансформатора ТМН – 6300/35 устанавливаются на ГПП.

Схема ГПП 4Н - два блока с выключателями и неавтоматической переключкой со стороны линий.

Питание электроприемников происходит с помощью кабелей АВВГ, с учетом среды помещения. Аппараты защиты в сети низкого напряжения 0,4 кВ - автоматические выключатели серий АВ.

Выполнен расчет токов короткого замыкания в нескольких характерных точках как в сетях выше 1000 В, так и в сетях ниже 1000 В. В результате расчета были получены данные, по которым были созданы эпюры отклонений напряжения для максимального, минимального, послеаварийного режимов работы. Отклонение напряжения не больше, чем максимально допустимое  $\pm 5\%$  во всех режимах

По токам короткого замыкания в сети ниже 1000В, которые были получены в результате расчётов, создана карта селективности действия аппаратов защиты, по которой видно, что аппараты настроены верно и работают селективно.

