

**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

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Проектирование систему электроснабжения коксохимического производства</b> УДК 621.31.031.662.741.013

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Старченкова Надежда Андреевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Сарсикеев Ермек Жасланович	К.Т.Н		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Дашковский Анатолий Григорьевич			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электроснабжение промышленных предприятий	Сурков Михаил Александрович	К.Т.Н., доцент		



<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 предприятия;</li> <li>- рассмотрение компоновки открытого распределительного устройства главной понизительной подстанции;</li> <li>- разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»;</li> <li>- разработка раздела «Социальная ответственность»;</li> <li>- подведение итогов.</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>- картограмма электрических нагрузок предприятия;</li> <li>- схема внутриводского электроснабжения;</li> <li>- схема внутрицеховой системы электроснабжения;</li> <li>- однолинейная схема коксортировочного цеха;</li> <li>- эпюра отклонения напряжений;</li> <li>- карта селективности действия аппаратов защиты;</li> <li>-компоновка ОРУ ГПП.</li> </ul>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы** *(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Потехина Н.В.
Социальная ответственность	Дашковский А.Г.

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

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

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Старченкова Н.А.		

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

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки (специальность) 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования бакалавр

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2013/2014 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа
---------------------

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
08.02.2016	<i>Выбор схемы электроснабжения цеха. Расчет нагрузок цеха.</i>	5
22.02.2016	<i>Определение расчетных электрических нагрузок по цехам и по заводу в целом. Построение картограммы и определения условного центра электрических нагрузок, зоны рассеяния условного центра электрических нагрузок</i>	10
07.03.2016	<i>Выбор количеств, мощности и расположения цеховых трансформаторных подстанций с учетом компенсации реактивной мощности</i>	10
21.03.2016	<i>Выбор и проверка внутрицеховых линий. Расчет потерь КТП и внутризаводских линиях. Выбор числа и мощности трансформаторов ГПП. Выбор и проверка питающих линий ГПП.</i>	10
28.03.2016	<i>Расчет токов КЗ выше 1 Кв. Проверка внутризаводских линий по токам КЗ</i>	10
04.04.2016	<i>Выбор и проверка высоковольтного оборудования.</i>	10
11.04.2016	<i>Выбор распределительных пунктов в сети ниже 1000 В. Расчет токов КЗ в сети ниже 1000 В. Выбор аппаратов защиты и построение карты селективности действия защиты аппаратов. Построение эпюр отклонения напряжения от ГПП до наиболее мощного удаленного ЭП.</i>	10
25.05.2016	<i>Оформление результатов работы и выводов по работе</i>	5
12.05.2016	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	5
26.05.2016	<i>Социальная ответственность</i>	5

Составил преподаватель:

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

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭПП	Сурков М.А.	к.т.н., доцент		

## ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А3Д	Старченковой Надежде Андреевне

Институт	ЭНИН	Кафедра	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	Оклад руководителя - 23100 руб. Оклад инженера - 17000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премияльный коэффициент 30%; Доплаты и надбавки 20%; Дополнительной заработной платы 15%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	-Анализ конкурентных технических решений; -QUAD- анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы; - амортизационные отчисления.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	- Определение ресурсоэффективности исследования

### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценочная карта конкурентных технических решений;
2. QuaD - анализ
3. Альтернативы проведения НИИ;
4. График Ганта;
5. Бюджет затрат НИИ.

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

### Задание выдал консультант:

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

### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Д	Старченкова Надежда Андреевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
5А3Д	Старченковой Надежде Андреевне

<b>Институт</b>	<b>ЭНИН</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ЭПП</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление/специальность</b>	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. <i>Описание объекта исследования</i>	<i>Помещение закрытого типа, искусственная вентиляция воздуха, естественные и искусственные источники освещения. Основное оборудование – виброизмельчители и дробильные агрегаты.</i>
2. <i>Перечень законодательных и нормативных документов по теме</i>	<i>Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»; Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ. «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».</i>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды</i>	<i>Вибрации, запыленность, электромагнитное поле.</i>
2. <i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды</i>	<i>Высокий уровень вибраций (основное оборудование – вибродробилки и виброизмельчители); Высокая степень запыленности (при сортировке коксового угля);</i>
3. <i>Охрана окружающей среды:</i>	<i>Выбросы химических и вредных веществ в атмосферу; Бытовые отходы; Санитарно-защитная зона;</i>
4. <i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</i>	<i>Пожар; Электропоражение;</i>
5. <i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i>	<i>Инструктаж</i>

**Перечень графического материала:**

<i>При необходимости представить эскизные графические материалы</i>	<i>План эвакуации</i>
---	-----------------------

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

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент кафедры ЭБЖ	Дашковский Анатолий Григорьевич			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
5А3Д	Старченкова Надежда Андреевна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 120 с., 20 рис., 47 табл., 33 источников, 5 приложений.

Ключевые слова: расчетная нагрузка, картограмма нагрузок, компенсация реактивной мощности, электроснабжение цеха, выбор оборудования, проверка оборудования, однолинейная схема, ресурсоэффективность, ресурсосбережение, социальная ответственность.

Объектом исследования являются коксохимическое предприятие, коксосортировочный цех в частности.

Цель работы – проектирование системы электроснабжения промышленного предприятия.

В процессе исследования проводились расчет электрических нагрузок цеха и предприятия в целом, выбор оборудования и кабелей и его проверки при различных режимах работы.

В результате исследования получена спроектированная модель электроснабжения промышленного предприятия, оценена ее эффективность и безопасность для окружающей среды и персонала.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: исследуемое предприятие включает в себя четырнадцать цехов, большинство из них имеют первую и вторую категории по надежности электроснабжения; напряжение линии, питающей ГПП 110 кВ; рабочие напряжения – 0,4 кВ, 6 кВ; внутривоздушная и внутрицеховая схемы электроснабжения – радиальные.



## **Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки**

ТСН – трансформатор собственных нужд

КЗ – короткое замыкание

ГПП – главная понизительная подстанция

РУ – распределительное устройство

ПУЭ – правила устройства электроустановок

ТТ – трансформатор тока

ТН – трансформатор напряжения

ВН – высокое напряжение

НН – низкое напряжение

ОРУ – открытое распределительное устройство

ВЛ – воздушная линия

КЛ – кабельная линия

ЦЭН – центр электрических нагрузок

ТП – трансформаторная подстанция

КТП – комплектная трансформаторная подстанция

АД – асинхронный двигатель

ЭДС – электродвижущая сила

ЭД – электродвигатель

ЭП – электроприемник

ПР – пункт распределительный

ВРУ – вводное распределительное устройство

КРУ – комплектное распределительное устройство

## Оглавление

Введение .....	12
1. Объект и методы исследования.....	14
2. Расчёты и аналитика.....	16
2.1 Описание технологического процесса .....	16
2.2 Выбор схемы электроснабжения цеха. Расчет электрических нагрузок цеха.....	17
2.3 Определение расчетных электрических нагрузок по цехам и по заводу в целом.....	19
2.4 Построение картограммы и определение условного центра электрических нагрузок .....	23
2.5 Выбор числа и мощности трансформаторов ГПП .....	26
2.6 Выбор и проверка питающих линий ГПП .....	27
2.7 Выбор количества, мощности и расположения цеховых трансформаторных подстанций с учетом компенсации реактивной мощности .....	28
2.8 Выбор и проверка внутривзаводских линий 6 кВ .....	37
2.9 Расчет потерь в КТП и внутривзаводских линиях .....	42
2.10 Расчет токов КЗ в сетях выше 1000 В.....	44
2.11 Выбор и проверка высоковольтного оборудования.....	52
2.12 Выбор и проверка аппаратов защиты .....	60
2.13 Выбор распределительных пунктов в сети ниже 1000 В.....	63
2.14 Выбор и проверка низковольтных линий от КТП до отдельного ЭП .	64
2.15 Проверка внутрицеховой сети по потерям напряжения. Построение эпюр отклонения напряжения от ГПП до наиболее мощного и удаленного ЭП .....	66
2.16 Расчет токов короткого замыкания до 1000 В.....	72
2.17 Построение карты селективности действия аппаратов защиты .....	76
3. Компоновка ОРУ ГПП.....	80
Результаты проведенного исследования.....	84
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	16
4.1.1 Анализ конкурентных технических решений.....	16
4.1.2 Оценка выбранного варианта при помощи технологии QUAD.....	19

4.2	Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....	21
4.3	Планирование научно-исследовательских работ .....	23
4.4	Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	29
4.5	Определение ресурсоэффективности проекта.....	35
5.	Социальная ответственность при разработке проекта системы электроснабжения цеха коксосортировки предприятия коксохимического производства .....	108
5.1	Анализ вредных факторов .....	108
5.2	Предотвращение чрезвычайных ситуаций и устранение их последствий .....	116
	Заключение.....	121
	Список литературы.....	121

## **Введение**

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается электроснабжение коксохимического предприятия и в частности цеха коксортировки. Целью данной работы является практическое применение усвоенных в соответствии с учебным планом дисциплин, а также приобретение проектировочных навыков.

Данное предприятие содержит преимущественно потребителей I и II категории по степени надежности электроснабжения. Производство продукции осуществляется посменно, в основном цеха работают в три смены по восемь часов.

Процесс выполнения дипломной работы включает в себя следующие этапы. Производится расчет нагрузки цеха коксортировки КЦ1 методом коэффициента расчетной активной мощности. Затем методом коэффициента спроса определяется расчетная нагрузка предприятия, при этом учитывается осветительная нагрузка, потери мощности в трансформаторах и линиях. Определяется оптимальное расположение главной понизительной подстанции с помощью построения картограммы нагрузок и зоны рассеяния электрических нагрузок. С учетом баланса мощностей выбираются цеховые трансформаторы, их количество и мощность. Выбираются мощность трансформаторов главной понизительной подстанции, напряжение и сечение проводов питающей линии, сечения кабельных линий выше 1000 В и ниже 1000 В, аппараты защиты. Завершающим этапом является построение эпюр отклонений напряжения от номинального значения, а также карты селективности аппаратов защиты.

В главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» данная работа оценивалась эффективность спроектированной системы электроснабжения при помощи технологии QUAD и SWOT-анализа. Был рассчитан бюджет работы, а также составлен календарный план – график.

В главе «Социальная ответственность» произведен анализ вредных и опасных производственных факторов на объекте исследования, меры по охране окружающей среды, рассмотрен вопрос предупреждения возникновения чрезвычайных ситуаций.

## 1. Объект и методы исследования

Таблица 1.1 – Сведения об электрических нагрузках коксохимического производства

Номер на генплане	Название цеха	Установленная мощность, кВт
1	2	5
1	Управление	110
2	Угледобготовительный	2200
3	Углеобогатительный	3100
4	Коксовый цех № 1 6кВ 0,4 кВ	2520 2400
5	Коксортировка КЦ-1	-
6	Коксовый цех № 2 6кВ 0,4 кВ	2520 2100
7	Коксортировка КЦ-2	800
8	Цех химулавливания №1 6кВ 0,4 кВ	2900 4100
9	Цех химулавливания №2 6кВ 0,4 кВ	2500 1500
10	Цех ректификации бензола	150
11	Смолоперерабатывающий	600
12	Цех фталиевого ангидрида	1300
13	Энергоремонтный	4700
14	Ремонтный	850

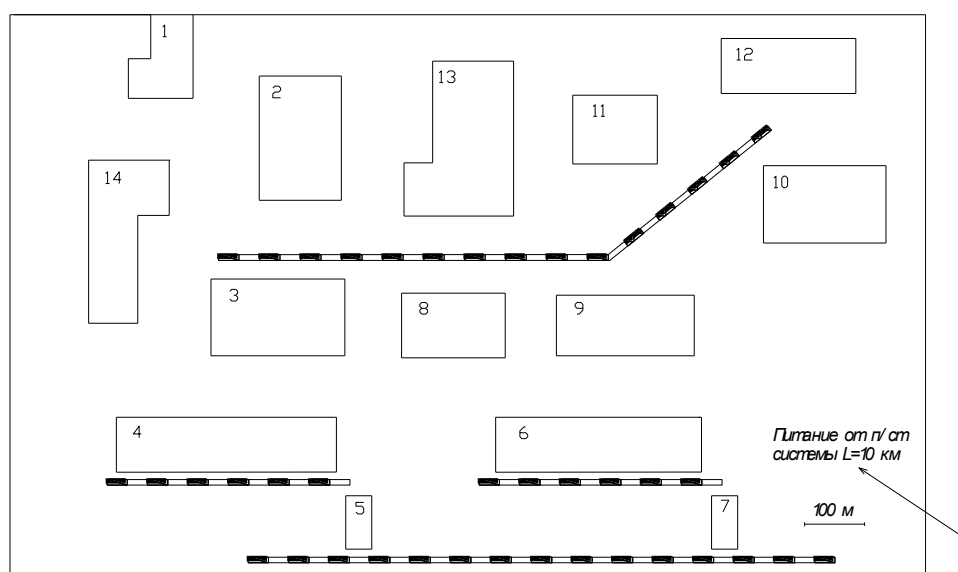


Рисунок 1.1 – Генплан предприятия коксохимического производства

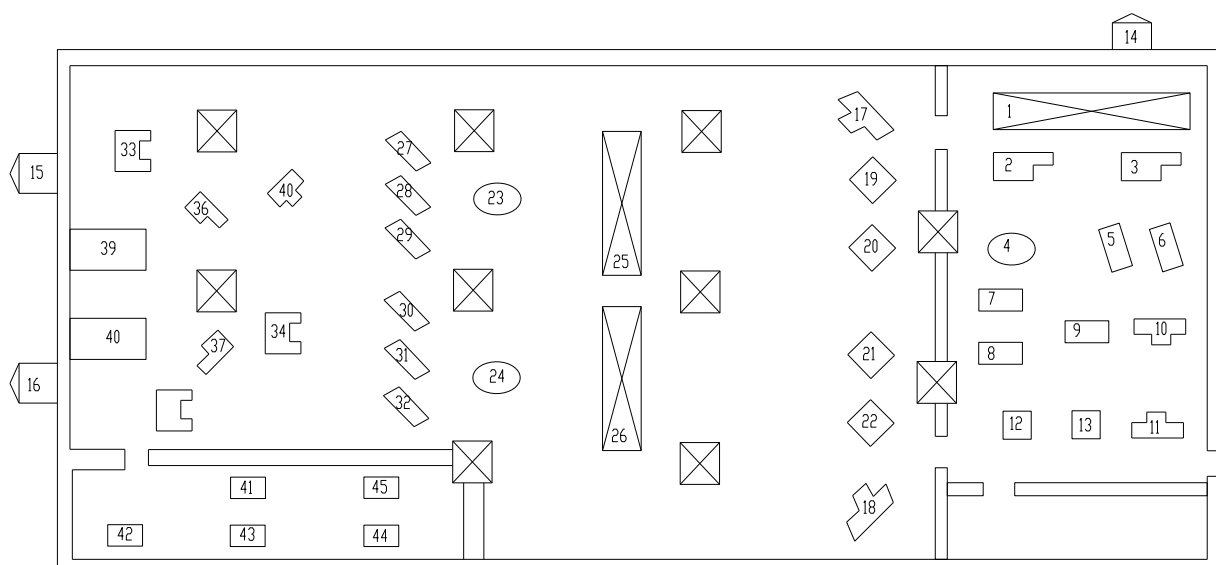


Рисунок 1.2 – План отделения коксортировки коксохимического производства

Таблица 1.2 – Сведения об электрических нагрузках отделения коксортировки коксового цеха №1

№ п/п	Наименование оборудования	Мощность,(кВт)
1	Кран-балка ПВ=40%	22
2,3	Перекидной лоток №38	1,2
4	Малый барабан №91	10
5,6	Грохот лабораторный	2,5
7-9	Виброизмельчитель	1,5
10,11	Вибродробилка	10
12,13	Пробоотборник №7	18,5
14	Вентилятор П-5	20
15,16	Вентилятор П-16	30
17	Отопит. агрегат (ОА-1)	5
18	Отопит. агрегат (ОА-2)	5
19,20	Конвейер К-4 «Б»	22
21,22	Конвейер К-4 «А»	45
23	Аспир.система (АС-1)	110
24	Аспир.система (АС-2)	132
25,26	Кран-балка ПВ=40%	32
27-29	Дробилка №103	4,4
30-32	Дробилка №99	4,7
33-35	Грохот № 25	15
36,37	Перекидной лоток №39	7,5
38	Передвижной грохот №27	7,0
39,40	Планир №74	22
41	Насос шлам. №1	30
42	Шламовый насос №2	37
43	Шламовый насос №3	37
44	Насос подкачки воды	22
45	Дренажный насос	30

## **4. Финансовый менеджмент, ресурсосбережение и ресурсоэффективность**

Целью данного раздела являются определение степени перспективности проекта, оценки его успешности и эффективности.

Для того, чтобы достичь данную цель необходимо решить следующие задачи:

- Оценить коммерческий потенциал данной научно-исследовательской работы, а также ее перспективность;
- Выявить возможные альтернативы реализации данного проекта;
- В рамках планирования научно-исследовательской работы составить план-график проведения работ;
- Оценить бюджет;
- Определить эффективность исследования с точки зрения ресурсосбережения.

Ввиду динамично развивающегося производства, а также введения все более усовершенствованного оборудования, данные исследования актуальны. Данный раздел ориентирован на предприятия черной металлургии, где вследствие агрессивной окружающей среды варианты разработок снижаются к минимуму.

### **4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **4.1.1 Анализ конкурентных технических решений**

Поскольку рынок отличается динамичностью, а также вводится в эксплуатацию новое оборудование, необходимо проводить детальный анализ различных конфигураций схем электроснабжения. Такой анализ позволяет вносить коррективы на стадии проектирования, чтобы быть конкурентоспособным на рынке.



Одним из способов проведения данного анализа является составление оценочной карты, приведенной в табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Оценочная карта конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Р	М	С	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	К <sub>3</sub>
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Надежность	0,25	5	1	3	1,25	0,25	0,75
2. Энергоэкономичность	0,1	3	5	4	0,3	0,5	0,4
3. Легкость монтажа	0,05	3	5	4	0,15	0,25	0,2
4. Безопасность	0,2	5	1	2	1	0,2	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,2	3	5	4	0,6	1	0,8
2. Затраты на монтаж схемы	0,1	3	4	4	0,3	0,4	0,4
3. Простота обслуживания	0,05	5	3	4	0,25	0,15	0,2
4. Долговечность оборудования	0,05	4	3	4	0,2	0,15	0,2
Итого	1	31	27	29	4,05	2,9	3,35

В таблице: радиальная схема - Р, магистральная – М, Смешанная - С. Критерии учитывают особенности разработки: технические, экономические, проектирования и эксплуатации. Вес показателей в сумме должен составлять 1 (100%). Баллы для каждого критерия определяются по пятибалльной шкале экспертным путем: 1 – наименьший балл, 5 – наибольший.

Главными характеристиками системы являются надежность и безопасность, данные критерии имеют наибольший вес. Должную надежность и безопасность для объекта исследования обеспечивает только радиальная схема, поэтому пять баллов. Магистральная схема категорически запрещена, т.к. ненадежна и небезопасна в данных условия, поэтому один балл. Смешанная так же запрещена, но надежность ее и безопасность все же выше чем у магистральной. Магистральная схема выигрывает по таким параметрам как легкость монтажа и энергоэкономичность. В магистральной

схеме затрачивается меньше материалов: защитного оборудования, кабелей, поэтому монтаж легкий и соответственно пять баллов. Смешанная сеть сочетает в себе как магистральные, так и радиальные линии, поэтому монтаж сложнее – четыре балла, радиальная сеть отличается трудностью монтажа – три балла. Более энергоэкономичной также является магистральная схема, так как при меньшем количестве проводников и оборудования, сеть имеет меньшее сопротивление и соответственно меньшие потери энергии. Наиболее важными экономическими критериями являются цена схемы, а также затраты на ее монтаж. Здесь положительным качеством является низкая стоимость, поэтому наивысшему баллу соответствует низкая цена. Цена зависит прямым образом от количества материалов и оборудования, поэтому низкая стоимость у магистральной схемы, высокая – у радиальной. Так как в магистральной схеме один защитный аппарат на магистральную линию, то частота его срабатывания выше, чем у радиальной линии, значит долговечность оборудования ниже. Но так как качество и долговечность оборудования в значительной степени зависит от завода-изготовителя, то различия в баллах незначительны.

Конкурентоспособность проектируемой системы определяется по формуле:

$$K = \sum B_i B_i, \text{ где}$$

$K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента ;

$B_i$  – вес показателя (в относительных единицах);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Приведем пример расчета для радиальной схемы:

$$K_{к1} = \sum B_i B_i = 0,25 \cdot 5 + 0,1 \cdot 3 + 0,05 \cdot 3 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 3 + 0,1 \cdot 3 + 0,05 \cdot 5 + 0,05 \cdot 4 = 4,05$$

Анализируя оценочную карту наиболее конкурентоспособной и выгодной является радиальная схема.

Уязвимость радиальной схемы электроснабжения заключается в больших потерях мощности и электроэнергии, в больших затратах на ремонт и обслуживание, сложности монтажа и обслуживания.

Увеличить долю применимости возможно, но это не будет целесообразным, так как выбор схемы электроснабжения зависит от множества факторов. На рынке электроэнергетики нет надобности применять радиальную схему, если магистральная будет удовлетворять по степени надежности и безопасности.

Основными конкурентными преимуществами радиальной схемы является ее высокая надежность, так как отключение одной линии или аппарата не имеет необходимость отключать остальные, безопасность, простота в подборе аппаратов защиты.

#### **4.1.2 Оценка выбранного варианта при помощи технологии QUAD**

Технология оценки QUAD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих перспективность разработки, конкурентоспособность, эффективность, т.е. для оценки количественных характеристик. С помощью данной технологии следует принимать решение о целесообразности вложения денежных средств в проект. Данный инструмент близок к методике оценки конкурентных технических решений по своему содержанию, описанных в разделе 4.1.1.

Оценку производят в табличной форме для упрощения процедуры проведения QuaD анализа (табл. 4.2). В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобалльной шкале от 1 до 100. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 4.2 – QuaD - анализ

Критерий	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,1	80	100	0,8	0,08
2. Надежность	0,2	100	100	1	0,2
3. Эргономичность	0,05	80	100	0,8	0,04
4. Затраты материалов	0,08	80	100	0,8	0,064
5. Безопасность	0,2	100	100	1	0,2
6. Унифицированность	0,03	80	100	0,8	0,024
7. Ремонтпригодность	0,1	80	100	0,8	0,08
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
8. Конкурентоспособность	0,04	75	100	0,75	0,03
9. Перспективность рынка	0,05	60	100	0,6	0,03
10. Цена	0,1	70	100	0,7	0,07
11. Послепродажное обслуживание	0,05	80	100	0,8	0,04
Итого	1	-	-	-	0,876

Оценка перспективности исследуемого варианта по технологии QuaD определяется по формуле:

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

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

$B_i$  - вес показателя (в относительных единицах);

$B_i$  - балл  $i$ -го показателя.

Значение показателя качества и перспективности радиальной схемы составляет:

$$P_{cp} = 0,876 \cdot 100\% = 87,6\%$$

Полученное значение больше 80%, что означает, что данная схема является перспективной.

В данной схеме возможно провести улучшения, например, применить прокладку кабелей в эстакадах. Это приведет к увеличению стоимости, но вес критериев безопасности и ремонтпригодности выше, чем цены, поэтому нововведения поспособствуют увеличению перспективности разработки.

#### **4.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований**

При любом проектировании всегда есть несколько методов или вариантов достижения цели, т.е. несколько альтернатив. Выше были описаны методы, позволяющие выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. Приведенные в предыдущих пунктах методы в основном ориентированы на совершенствование результатов научного проектирования, находящегося на стадии разработки. Обычно, используя морфологический подход, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования.

Морфологический подход заключается в исследовании всех выявленных альтернатив, которые вытекают из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Такой подход охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. С помощью комбинации вариантов получают большое количество различных решений, многие из которых представляют практический интерес.

Научно-технический прогресс не стоит на месте и развивается очень стремительно. Из этого следует, что разрабатываемые сейчас технические проекты скоро могут стать не актуальными. В связи с этим, разработку новых проектов нужно осуществлять с учетом их дальнейшего развития. Это означает, что системы электроснабжения, разрабатываемые в наше время, должны уметь приспособливаться к условиям новой среды, т.е. быть динамичными. Поэтому необходимо определить дальнейшие пути развития или модификации разрабатываемой системы электроснабжения данного

предприятия. Удобнее всего рассматривать имеющиеся варианты в виде морфологической матрицы, приведенной в табл. 4.3.

Таблица 4.3 – Альтернативы проведения НТИ

	1	2	3
А: Марка кабеля	АВБбШв	ПВ 1	ААШв
Б: Материал жилы кабеля	Медь	Алюминий	Сталь
В: Способы прокладки кабеля	В эстакадах	В траншеях	В трубах
Г: Аппараты защиты от токов КЗ	Автоматические выключатели	Магнитные пускатели	Плавкие предохранители

Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений осуществляется с позиции его функционального содержания и ресурсосбережения. Для созданной морфологической матрицы выделим три наиболее перспективных пути развития разрабатываемой схемы снабжения, а именно:

1. А1Б2В1Г1
2. А3Б2В3Г1
3. А1Б2В2Г1

Морфологическая матрица позволяет наглядно рассмотреть перспективы развития, возможность расширения производственных решений, введение модификаций и усовершенствование разрабатываемой схемы.

Наиболее приемлемым является третий вариант, так как сочетает в себе небольшую стоимость, простоту монтажа и надежность: кабель бронированный (АВБбШв) можно прокладывать в траншее в агрессивной среде грунта, не требуется сооружение эстакад и труб. Алюминий как

материал жил является предпочтительным из-за меньшей удельной стоимости. Автоматические выключатели имеют преимущество, так как защищают и от перегрузки, и от токов КЗ, а также после отключения не требуется замена составных частей.

### 4.3 Планирование научно-исследовательских работ

#### 4.3.1 Структура работы в рамках научного исследования

Для выполнения проектирования формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и дипломник. Составим перечень этапов работ и распределим исполнителей по данным видам работ. Полученные результаты приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Этапы проектирования

Основные этапы	№ работ	Содержание	Должность исполнителя
Разработка ТЗ	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления технического проектирования	2	Подбор, изучение и систематизирование материалов по теме	Инженер
Расчеты и проектирование системы электроснабжения предприятия коксохимического производства	3	Расчет нагрузок предприятия, выбор количества и мощности цеховых трансформаторов	Инженер
	4	Проектирование внутризаводской системы электроснабжения	Инженер, научный руководитель
	5	Проектирование внутрицеховой системы электроснабжения	Инженер, научный руководитель
	6	Расчет потерь мощности и энергии, построение эпюр отклонения напряжения, карты селективности аппаратов защиты	Инженер

Продолжение таблицы 4.4 – Этапы проектирования

Оценка результатов	7	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер, научный руководитель
Оформление отчета по техническому проектированию	8	Составление пояснительной записки	Инженер
	9	Проверка НТИ научным руководителем	Научный руководитель
Сдача НТИ	10	Защита НТИ	Инженер

#### 4.3.2 Определение трудоемкости выполнения проектировочных работ

Трудоемкость – количество времени, которое нужно затратить для того, чтобы произвести единицу продукции. Трудоемкость выполнения НТИ зависит от множества трудно учитываемых факторов (носит вероятностный характер) и оценивается экспертным путем. Определение ожидаемого (среднего) значения трудоемкости работ производится по формуле:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{мини} + 2t_{макси}}{5}, \text{ чел.-дн.}$$

Где  $t_{мини}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, чел.-дн.;

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

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

Продолжительность каждой работы определяется в зависимости от ожидаемой трудоемкости работ и учитывает одновременность выполнения работ несколькими людьми из рабочей группы. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %. Продолжительность работы вычисляется по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожи}}{q_i}, \text{ где}$$

$T_{pi}$  – 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.

В качестве примера рассчитаем продолжительность 1 работы – разработка ТЗ:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{мини} + 2t_{маxi}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \text{ чел.-дн.}$$

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ дн.}$$

Результаты расчета продолжительности работ приведены в таблице 4.5.

#### 4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

График представляет собой диаграмму Ганта – ленточный горизонтальный график, на котором каждый проделанный этап представляет собой протяженный по времени отрезок.

Для построения графика длительность каждого этапа нужно перевести из рабочих дней в календарные. Для этого используют формулу:

$$T_{ки} = T_{pi} \cdot k_{кал},$$

где  $T_{ки}$  - продолжительность выполнения  $i$ -й работы, кал. дн;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы, раб. дн;

$k_{кал}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

$T_{кал}$  – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$  – количество выходных дней в году;

$T_{пр}$  – количество праздничных дней в году.

Определим коэффициент календарности для 2017 года:

$$k_{кал} = \frac{366}{365 - 118} = 1,48$$

Тогда длительность первой работы, выполняемой руководителем, в календарных днях:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} = 1,4 \cdot 1,48 = 2,072 \text{ дн.}$$

График строится для максимального времени выполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта. Длительность работ для построения план графика выполнения приведены в таблице 4.5, где Исполнитель 1 – руководитель, Исполнитель 2 – инженер.

Таблица 4.5 – Длительность работ

№ п/п	Название работы	Трудоемкость работ						Длительно сть работ, раб.дн.		Длительно сть работ, кал.дн.	
		$t_{\min}$ , чел-дн		$t_{\max}$ , чел-дн		$t_{\text{ож}}$ , чел-дн		1	2	1	2
		1	2	1	2	1	2				
1	Составление и утверждение технического задания	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2	-
2	Изучение материалов по теме проектирования	-	2	-	3	-	2,4	-	2,4	-	4
3	Расчет нагрузок предприятия, выбор количества и мощности цеховых трансформаторов	-	5	-	7	-	5,8	-	5,8	-	9
4	Проектирование внутризаводской системы электроснабжения	1	4	2	5	1,4	4,4	1,4	4,4	2	7
5	Проектирование внутрицеховой системы электроснабжения	1	4	2	5	1,4	4,4	1,4	4,4	2	7
6	Расчет потерь мощности и энергии, построение эпюр отклонения напряжения, карты селективности аппаратов защиты	-	5	-	7	-	5,8	-	5,8	-	9

Продолжение таблицы 4.5 – Длительность работ

7	Оценка эффективности полученных результатов	1	1	2	2	1,4	1,4	1,4	1,4	2	2
8	Составление пояснительной записки	-	3	-	4	-	3,4	-	3,4	-	5
9	Проверка НТИ научным руководителем	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2	-
10	Защита НТИ	-	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2
Итого		5	25	10	35	7	29	7	29	10	45

Таблица 4.6 – График Гантта

№	Вид работ	Исполнитель	$T_{ki}$ , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ							
				февраль		март			апрель		
				2	3	1	2	3	1		
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель	2	■							
2	Изучение материалов по теме проектирования	Инженер	4	■							
3	Расчет нагрузок предприятия, выбор количества и мощности цеховых трансформаторов	Инженер	9		■						
4	Проектирование внутризаводской системы электроснабжения	Инженер, научный руководитель	2; 9			■					
5	Проектирование внутрицеховой системы электроснабжения	Инженер, научный руководитель	2; 9				■				
6	Расчет потерь мощности и энергии, построение эпюр отклонения напряжения, карты селективности аппаратов защиты	Инженер	9				■				
7	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер, научный руководитель	2;2					■			
8	Составление пояснительной записки	Инженер	5						■		
9	Проверка НТИ научным руководителем	Научный руководитель	2							■	
10	Защита НТИ	Инженер	2								■

Итак, полученный график позволяет наглядно определить длительность каждого этапа исследования, его исполнителей. Если придерживаться данного графика, то можно с уверенностью сказать, что работа будет выполнена в срок.

#### 4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Бюджет НТИ должен отображать достоверные значения по всем видам расходов, связанных с его выполнением. Затраты на выполнение НТИ включают в себя:

- расчёт затрат на амортизацию оборудования для научных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

##### 4.4.1 Расчёт затрат на специальное оборудование для научных работ

В данный пункт включаются все затраты, которые связаны с приобретением специального оборудования (например, приборов, контрольно - измерительной аппаратуры, стенов, устройств и механизмов), необходимого для выполнения НТИ и проектирования сети.

Затраты на специальное оборудование, используемое для данной работы, сведены в таблицу 4.7.

Таблица 4.7 – Затраты на специальное оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во ед. оборуд.	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб
1	Компьютер	1	43	43
Итого				43

Указанное в таблице оборудование необходимо для проведения расчетов, систематизации и оформления информации, а также для создания различных чертежей.

#### 4.4.2 Амортизационные отчисления

Амортизация – это постепенное перенесение затрат, понесенных на покупку или строительство основных средств на стоимость готового продукта. С ее помощью компенсируются денежные средства, которые были потрачены на строительство или покупку имущества. Амортизационные отчисления выплачиваются в течении всего периода эксплуатации имущества.

Рассчитаем величину месячных амортизационных отчислений линейным способом. Стоимость компьютера составляет 43 000 рублей, был введен в эксплуатацию в 2014 году. Эксплуатационный срок составил три года. Определяем годовую норму амортизации:

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

Амортизация за год:

$$A = 43000 \cdot \frac{H_A}{100\%} \cdot \frac{T_{\text{дн}}}{365} = 43000 \cdot \frac{33,3\%}{100\%} \cdot \frac{45}{365} = 1765 \text{ руб.},$$

где  $T_{\text{дн}}$  – число дней календарного линейного года;

#### 4.4.3 Определение заработной платы участников НТИ

Величина расходов на заработную плату работников определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Расчёт основной заработной платы происходит на основании отраслевой системы оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст.

преподаватель, доцент, профессор (см. «Положение об оплате труда», приведенное на интернет странице Планово-финансового отдела ТПУ).

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

3) иные выплаты; районный коэффициент.

Так как стимулирующие надбавки, иные выплаты и поощрения зависят от деятельности руководителя в частности, то примем коэффициент стимулирующих надбавок равным 30%, а коэффициент поощрения руководителя за добросовестную трудовую деятельность 25%.

Основная заработная плата руководителя определяется по формуле:

$$Z_{осн} = Z_{оклад} \cdot (1 + k_{np} + k_{д}) \cdot k_p,$$

$Z_{оклад}$  – оклад работника ;

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

$k_{д}$  – коэффициент доплат и надбавок, составляет примерно 25%;

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

Дополнительная заработная плата:

$$Z_{доп} = 0,15 Z_{осн}$$

Среднедневная заработная плата при 5-ти дневной рабочей неделе:

$$Z_{дн} = \frac{Z_M}{22},$$

где  $Z_M$  – месячный должностной оклад рабочего ;

22 – количество рабочих дней в месяце;

Размер основной заработной платы определяется по формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot t_p,$$

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата ;

$t_p$  – суммарная продолжительность работ, выполняемая работником в соответствии с таблицей 4.6

Полная заработная плата определяется как:

$$Z_{\Pi} = Z_{осн} + Z_{доп}, \text{ где}$$

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата;

$Z_{осн}$  - основная заработная плата .

С учётом документа ««Положение об оплате труда», старший преподаватель, к.т.н., работающий в ТПУ имеет оклад равный 23100 рубля. Инженер имеет оклад 17000 руб. С учётом этого, рассчитаем размер полной заработной платы руководителя НТИ и инженера за месяц:

$$Z_M = Z_{оклад} \cdot (1 + k_{пр} + k_D) \cdot k_p = 23100 \cdot (1 + 0,3 + 0,25) \cdot 1,3 = 46550 \text{ руб}$$

$$Z_{\Pi} = Z_{осн} + Z_{доп} = 46550 + 0,15 \cdot 46550 = 53530 \text{ руб}$$

$$Z_M = Z_{оклад} \cdot (1 + k_{пр} + k_D) \cdot k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,25) \cdot 1,3 = 34250 \text{ руб}$$

$$Z_{\Pi} = Z_{осн} + Z_{доп} = 34250 + 0,15 \cdot 34250 = 39390 \text{ руб}$$

Рассчитываем дневную заработную плату:

$$Z_{дн\ рук} = \frac{Z_{м\ рук}}{T_p} = \frac{46550}{22} = 2115,9 \text{ руб}$$

$$Z_{дн\ инж} = \frac{Z_{м\ инж}}{T_p} = \frac{34250}{22} = 1556,8 \text{ руб}$$

Заработная плата участников проекта за период проведения НТИ:

$$Z_{рук} = Z_{дн\ рук} \cdot t_{рук} = 2115,9 \cdot 7 = 14811,3 \text{ руб}$$

$$Z_{инж} = Z_{дн\ инж} \cdot t_{инж} = 1556,8 \cdot 29 = 45147,2 \text{ руб}$$

Дополнительная заработная плата участников проекта:

$$Z_{мдоп\ рук} = 0,15 \cdot 46550 = 6982,5 \text{ руб.},$$

$$Z_{мдоп\ инж} = 0,15 \cdot 34250 = 5137,5 \text{ руб.}$$

Дневная дополнительная заработная плата:

$$Z_{дндоп\ рук} = \frac{6982,5}{22} = 317,4 \text{ руб.};$$

$$Z_{дндоп\ инж} = \frac{5137,5}{22} = 223,5 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата за весь период проекта:

$$Z_{доп\ рук} = Z_{дндоп\ рук} \cdot t_{рук} = 317,4 \cdot 7 = 2221,8 \text{ (руб)}$$

$$Z_{доп\ инж} = Z_{дндоп\ инж} \cdot t_{инж} = 223,5 \cdot 29 = 6481,5 \text{ (руб)}$$



Полная заработная плата за период проведения НИИ:

$$Z_{Прук} = Z_{осн} + Z_{доп} = 14811,3 + 2221,8 = 17033,1 \text{ руб}$$

$$Z_{Пинж} = Z_{осн} + Z_{доп} = 45147,2 + 6481,5 = 51628,4 \text{ руб}$$

В результате определения заработной платы работников. Участвующих в проектировании, можно сделать вывод, что зарплата руководителя оказалась больше чем инженера. Величина прожиточного минимума в настоящий момент в Томске составляет 10997 для трудоспособного населения (4 квартал 2016 года). Рассчитанная заработная плата выше прожиточного минимума.

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

Здесь рассмотрим обязательные отчисления по установленным законодательством РФ 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 по формуле:

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

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

На 2017 г. в соответствии с Федеральным закона от 05.08.2000 №117-ФЗ (ред. От 03.04.2017) установлен размер страховых взносов равный 30%..

Расчеты представим в виде таблицы:

Таблица 4.8 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная зар.плата, руб	Дополнительная зар. плата, руб
Инженер	45147,2	6481,5
Научный руководитель	14811,3	2221,8
Коэффициент отчислений	0,3	
Итого	$Z_{внеб} = k_{внеб} (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \cdot (45147,2 + 6481,5) + 0,3 \cdot (14811,3 + 2221,8) = 20598 \text{ руб}$	

#### 4.4.5 Расчет материальных затрат НТИ

К материальным затратам относятся канцелярские принадлежности, стоимость печати, а также различное оборудование, необходимые для выполнения проекта. Данные приведены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Материальные затраты НТИ

Наименование	Ед. измерения	Кол-во	Цена за ед., руб	Затраты ( $Z_M$ ), руб
Бумага	пачка	1	250	250
Ручки	шт.	2	50	100
Печать	лист	100	2	200
Папка-скоросшиватель	шт.	1	5	5
Степлер	шт.	1	150	150
Итого				705

#### 4.4.6 Накладные расходы

Накладные расходы – это расходы на прочие затраты, не учитываемые в п.п 4.4.1 – 4.4.5, например, затраты на печать, ксерокопирование, оплата интернета и прочих услуг связи и коммуникации, электроэнергии. Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{накл} = (\text{сумма затрат}) \cdot k_{нр}, \text{ где}$$

$k_{нр}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента накладных расходов принята в размере 16%.

Рассчитаем накладные расходы на выполнение НТИ:

$$Z_{накл} = (\text{сумма затрат}) \cdot k_{нр} = (43000 + 1765 + 17033,1 + 51628,4 + 20598 + 705) \cdot 0,16 = 21560 \text{ руб}$$

#### 4.4.7 Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта

В предыдущих подпунктах были рассчитаны величины основных затрат на выполнение НТИ. Сумма затрат приведена в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Бюджет затрат НТИ

Наименование	Сумма, руб.	Сумма, %
Затраты на амортизацию	1765	1,56
Затраты на зар. плату инженера – проектировщика	51628,4	45,6
Затраты на зар. плату научного руководителя	17033,1	15,0
Отчисления во внебюджетные фонды	20598	18,2
Материальные затраты	705	0,6
Накладные расходы	21560	19,0
Бюджет НТИ	113289	100

Итоговая сумма затрат составляет 100,5 тыс. руб., третью половину из которых составляют затраты на заработную плату инженера. Расчеты произведены с учетом актуальной информации о тарифах и ценах на технические продукты.

#### 4.5 Определение ресурсоэффективности проекта

Ресурсоэффективность определяется с помощью показателя ресурсной эффективности научного исследования:

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

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки ;

$b_i$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки .

Произведем оценку характеристик проекта на основе критериев, наиболее важных для электроснабжения промышленных предприятий.

Проектируемые системы электроснабжения должны соответствовать следующим критериям:

- Экономичность
- Надежность и бесперебойность электроснабжения
- Безопасность и удобство эксплуатации
- Качество электроэнергии
- Гибкость системы (возможность введения модификаций)

После определения наиболее важных критериев необходимо оценить их по 5-ти балльной шкале. Приведем сравнительную характеристику оценок проекта в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Характеристика оценок вариантов проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Проект
1. Экономичность	0,15	3
2. Надежность и бесперебойность	0,25	5
3. Безопасность и удобство	0,25	5
4. Качество электроэнергии	0,25	5
5. Гибкость системы	0,10	5
Итого	1	4,7

Определим интегральный показатель ресурсоэффективности проекта:

$$I_{pi} = 0,15 \cdot 3 + 0,25 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 = 4,7$$

Показатель ресурсоэффективности для проекта имеет наивысший показатель, что говорит об эффективности спроектированной системы снабжения.

Подведем итоги проделанной работы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». Для того, чтобы

удостовериться в целесообразности радиальной схемы, проведен анализ конкурентных технических решений. Так же для оценки перспективности проекта был проведен QUAD анализ, из которого стало ясно, что проект перспективен. Для данной работы был составлен календарный план-график выполнения. Согласно плану проект можно выполнить за 57 дней. Также подсчитан необходимый бюджет для выполнения проекта.

В результате научно – технического исследования была разработана надежная система электроснабжения, удовлетворяющая всем техническим стандартам. Применение данной схемы целесообразно среди предприятий черной металлургии, где радиальное снабжение обеспечивает должную электробезопасность и надежность.