

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
Проектирование системы электроснабжения приборостроительного завода

УДК 621.31.031:661.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Вайтович В.А.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Тарасов Е.В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2017 г

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

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. зав. кафедрой ЭПП

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
5А3Д	Вайтович Виктории Андреевне

Тема работы:

Проектирование системы электроснабжения приборостроительного завода	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ №969/с от 15.02.2017

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <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>	<i>Объектом исследования является механический цех приборостроительного завода. В качестве исходных данных представлены:</i> <i>1. Генеральный план завода и сведения об электрических нагрузках отдельных цехов.</i> <i>2. Генеральный план цеха и сведения об электрических нагрузках по отдельным электроприемникам</i>
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой</i>	<i>постановка задачи проектирования;</i> <i>- проектирование системы электроснабжения рассматриваемого завода;</i> <i>- рассмотрение особенностей трансформаторных подстанций в системах электроснабжения с последующим выбором цеховых трансформаторов;</i> <i>- обсуждение результатов выполненной работы;</i>

области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	- разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»; - разработка раздела «Социальная ответственность»; - заключение.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	- схема расположения ГПП и цеховых ТП с картограммой электрических нагрузок базы; - однолинейная схема внешнего электроснабжения базы; - однолинейная схема электроснабжения ремонтно-механического цеха - эпюры отклонений напряжения.

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:

--

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тарасов Е.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Вайтович В.А.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А3Д	Вайтович Виктории Андреевне

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

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

1. Стоимость ресурсов проекта: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску. Оклады в соответствии с окладами сотрудников «НИ ТПУ»: Инженер – 17000 руб; Руководитель – 31000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премимальный коэффициент 30%; Коэффициент доплат и надбавок 15%; Коэффициент дополнительной заработной платы 13%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 27,1 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ конкурентных технических решений; SWOT-анализ.
2. Планирование и формирование бюджета проекта	Формирование плана и графика проекта: - Определение структур работ; - Определение трудоемкости работ; - Разработка диаграммы Ганта. Формирование бюджета затрат проекта
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценочная карта сравнения конкурентных решений	
2. Матрица SWOT- анализа	
3. График Ганта	
4. Бюджет затрат НТИ	

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Вайтович Виктории Андреевне		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМЫ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА»

Студенту:

Группа	ФИО
5А3Д	Вайтович Виктории Андреевне

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования)</i>	<i>Учебная лаборатория. Помещение закрытого типа с естественной вентиляцией воздуха. Помещение имеет как искусственный, так и естественный источник освещения.</i>
2. <i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i>	<i>«Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» ФЗ от 03.07.2016 N301-ФЗ</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная санитария <i>Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения</i>	<i>Основными вредными факторами, оказывающими действие на рабочее место диспетчера являются шум, освещение, электромагнитное излучение, несоответствие параметров микроклимата</i>
2. Производственная безопасность <i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой среды</i>	<i>В качестве основных выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды была выбрана электробезопасность.</i>
3. Экологическая безопасность <i>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</i>	<i>Описание выбросов, сбросов, твердых отходов рабочего места.</i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	<i>Наиболее вероятным ЧС в здании может быть пожар в здании</i>
5. Организационные вопросы обеспечения безопасности	<i>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны: Эргономические требования к рабочему месту Социальное страхование работника.</i>

Перечень графического материала:

<i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i>	
---	--

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Вайтович В.А.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 136 с., включает в себя 22 рис., 67 табл., 24 источника, 7 приложений.

Ключевые слова: метод коэффициента расчетной мощности, картограмма нагрузок предприятия, выбор силовых трансформаторов, оборудование компенсации реактивной мощности, расчет токов короткого замыкания, выбор и проверка высоковольтного и низковольтного оборудования, однолинейная схема механического цеха, ресурсоэффективность, социальная ответственность.

Объектом исследования данной работы является механический цех приборостроительного завода.

Цель работы: Развитие самостоятельности в решении практических вопросов по проектированию системы электроснабжения промышленного предприятия. Обоснование принятых решений с экономической точки зрения.

В ходе выполнения проекта поэтапно произведен расчет нагрузок приборостроительного завода и рассматриваемого механического цеха, произведен выбор оборудования и его проверка при основных режимах работы. На основании полученных результатов было выбрано основное оборудование, сечение линий, проверка на термическую и динамическую устойчивость. Выбраны аппараты защиты, построена карта селективности.

В результате проектирования была рассчитана модель электроснабжения приборостроительного завода, представлена ее экономическая целесообразность и безопасность для окружающей среды.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: исследуемый завод состоит из восемнадцати цехов, из которых одиннадцать цехов относятся ко второй категории по степени надежности электроснабжения; напряжение линии, питающей ГПП составляет 35 кВ; распределительная сеть по предприятию составляет 10кВ, а рабочее напряжение внутри цехов 0,4 кВ; схема снабжения внутризаводской сети – радиальная.

Область применения: предприятия механической промышленности с нормальной средой в производственных помещениях.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе применены следующие сокращения:

ЭП – электроприемник

ПР – пункт распределительный

ГПП – главная понизительная подстанция

ЦЭН – центр электрических нагрузок

ТП – трансформаторная подстанция

ВН – высокое напряжение

НН – низкое напряжение

ВА – автоматический выключатель

ПН – плавкий предохранитель

КЛ – кабельная линия

ВЛ – воздушная линия

СД – синхронный двигатель

ТКЗ – ток короткого замыкания

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	13
1. Объект и методы исследования.....	15
2. Расчет и аналитика	19
2.1 Выбор схемы электроснабжения цеха.....	19
2.2 Расчет электрических нагрузок цеха	21
2.3 Определение расчетной нагрузки каждого цеха и предприятия в целом с учетом осветительной нагрузки	27
2.4 Построение картограммы и определение условного центра электрических нагрузок	32
2.5 Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых подстанций	37
2.5.1 Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых ТП напряжением 10/0,4 кВ.....	37
2.5.2 Компенсация реактивной мощности	41
2.5.3 Расчет потерь мощности в трансформаторах	48
2.6 Выбор числа и мощности трансформаторов ГПП.....	49
2.7 Выбор сечения линии, питающей ГПП	51
2.8 Выбор сечения проводников в сетях выше 1000 В.....	55
2.9 Расчёт токов короткого замыкания в сети выше 1000 В	57
2.10 Выбор высоковольтного оборудования	63
2.11 Электроснабжение механического цеха.....	76
2.11.1 Распределение приемников по пунктам питания	76
2.11.2 Выбор и проверка электрических аппаратов и токоведущих частей в сети до 1000 В	77
2.11.3 Выбор и проверка сечений линий в сети до 1000 В.....	80

2.11.4 Расчет питающей и распределительной сети по условиям допустимой потери напряжения. Построения эпюры отклонений напряжения	86
2.11.5 Расчет токов короткого замыкания в сети ниже 1000 В	93
2.11.6 Построение карты селективности действия аппаратов защиты для участка цеховой сети	97
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	101
3.1.1 Анализ конкурентных технических решений.....	101
3.1.2 SWOT-анализ	103
3.2 Планирование научно-исследовательских работ	104
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	104
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения проекта	105
3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	109
3.3.1 Расчет материальных затрат	109
3.3.2 Расчет затрат на амортизацию специального оборудования для научных работ.....	109
3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	110
3.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	112
3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	112
3.3.6 Накладные расходы	112
3.3.7 Формирование бюджета затрат научно-технического проекта	113
3.4 Ресурсоэффективность	113
4. Социальная ответственность.....	116
4.1 Описание рабочего места.....	116
4.2 Анализ опасных и вредных факторов.....	117

4.3 Производственная санитария	117
4.4 Производственная безопасность	124
4.5 Экологическая безопасность	125
4.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	126
4.7 Организационные вопросы обеспечения безопасности.....	128
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	131
ЛИТЕРАТУРА	133
Приложение.....	136

Введение

Под системой электроснабжения понимается совокупность источников и систем преобразования, передачи и распределения электрической энергии.

Основное требование к системе электроснабжения – надежность, т. е. система должна обеспечивать бесперебойность снабжения потребителей в соответствии с их категорией по степени надежности. Кроме того, она должна обеспечивать удобство в обслуживании, быть экономически выгодной и безопасной в эксплуатации.

Целью работы является проектирование системы электроснабжения приборостроительного завода с подробным рассмотрением механического цеха. В качестве исходных данных заданы генплан завода и генплан механического цеха, установленные мощности всех цехов и установленные мощности электроприемников механического цеха.

Приборостроительный завод предполагает наличие нагрузки второй и третьей категорий по степени надежности электроснабжения. В состав завода входят различные цеха, связанные одним технологическим процессом. Производственный процесс осуществляется в 2 смены. Характеристика среды – нормальная.

Процесс выполнения курсового проекта можно разделить на следующие этапы:

1. Выбор схемы электроснабжения механического цеха, расчет его нагрузки;
2. Определение полной расчетной нагрузки завода с учетом осветительной нагрузки, приходящейся на каждый цех и прилегающую территорию завода, определение потерь мощности в цеховых трансформаторах, трансформаторах ГПП, а также в кабельных распределительных линиях;
3. Построение картограммы нагрузок и зоны рассеяния на основе полученных данных для определения места положения главной понизительной подстанции на предприятии.

4. Выбор силовых трансформаторов, оптимальное распределение по цехам предприятия с учетом устройств компенсации реактивной мощности.

5. Разработка схемы внешнего электроснабжения завода. Выбор рационального напряжения питающей сети завода, сечения проводов питающей сети, определяется схема ГПП, выбираются мощности трансформаторов ГПП.

6. Производится расчёт ТКЗ в сети выше 1 кВ, выбор аппаратов защиты цеховых ТП и проверки сечений проводников на термическую и динамическую устойчивость.

7. Разработка сети до 1 кВ, выбор распределительных пунктов питания и распределение потребителей. Расчет ТКЗ в сети ниже 1 кВ, выбор аппаратов защиты. Построение эпюр отклонения напряжения от главной понизительной подстанции до наиболее удаленного и мощного электроприемника. Построение карты селективности действия автоматических выключателей – аппаратов защиты.

1. Объект и методы исследования

Объектом исследования является приборостроительный завод в целом и его механический цех в частности. Исходными данными являются ведомость электрических нагрузок (таблица 1), генплан предприятия (рисунок 1), план механического цеха (рисунок 2), ведомость электрических нагрузок механического цеха (таблица 2).

Таблица 1 - Ведомость электрических нагрузок по цехам приборного завода

№ на г/пл	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт
1	Главный корпус	900
2	Заводоуправление	60
3	Механический	-----
4	Инструментальный	1200
5	Котельная	490
6	Корпус механический 2	70
7	Инструментальный цех	700
8	Инструментальный цех	1000
9	Инструментальный цех	500
10	Сборочный	500
11	Компрессорная 10 кВ (СД) 0.38 кВ	400 25
12	Насосная	300
13	Ремонтно-механический	800
14	Заготовительный	850
15	Столярная мастерская	250
16	Проходная	150
17	Инженерный	350
18	Склад	150

Таблица 2 – Ведомость электрических нагрузок цеха

Номер	Наименование ЭП	Номинальная
1	Листогибочные валцы	5,0
2	Вертикально-сверлильный станок	0,8
3	Станок для рубки металла	7,0
4	Стружкодробилка	2,8
5	Станок для рубки металла	7,0
6	Станок для резки металла	2,8
7	Радиально- сверлильный станок	2,9
8	Станок для резки металла	7,0
9	Зубофрезерный станок «Пфаутер»	14,0
10	Зубострогальный станок Тип 526	4,5
11	Зубострогальный станок. Тип 5A26	4,5

Продолжение таблицы 2

12	Полуавтомат зубофрезерный. Тип 525	4,5
13	Горизонтально-протяжный станок	40,0
14	Зубодолбежный станок. Тип 6Б150	12,0
15	Горизонтально-фрезерный станок. Тип 6Б150	2,8
16	Зубофрезерный станок «Комсомолец». Тип 5Е32П	15,0
17	Зубофрезерный станок 3Ф-01	14,0
18	Вертикально- фрезерный станок. Тип 6Л1	5,8
19	Вертикально- фрезерный Тип 6ВН	7,6
20	Внутришлифовальный станок. Тип 3А240	3,5
21	Плоскошлифовальный станок. Тип 375	14,0
22	Круглошлифовальный станок. Тип 315	7,0
23	Токарно-винторезный станок. Тип Ш63А	7,0
24	Круглошлифовальный станок. Тип 3Б 1 5 1	7,0
25	Токарно-винторезный станок. Тип 1К62	4,5
26	Наждачное точило	1,4
27	Поперечно-строгальный станок. Тип СПС-01	4,0
28	Поперечно-строгальный станок. Тип 7В36	4,0
29	Поперечно-строгальный станок «Клотт»	1,7
30	Долбежный станок. Тип 7417	4,5
31	Наждачное точило	1,0
32	Лоботокарный станок	30,0
33	Продольно-строгальный станок	40,0
34	Токарно-винторезный станок. Тип 1Д63А	7,0
35	Токарно-винторезный станок. Тип 163	7,0
36	Токарно-винторезный станок. Тип 1Д63А	7,0
37	Наждачное точило	1,0
38	Токарно-винторезный станок. Тип 1К625	2,8
39	Токарно-винторезный станок. Тип 163	7,0
40	Токарно-карусельный станок. Тип 153-1	28,0
41	Расточной станок	28,0
42	Калорифер.	2,8
43	Токарно-винторезный станок. Тип 1Е61М	7,0
44	Токарно-винторезный станок. Тип 1А660	55,0
45	Зубофрезерный станок «Комсомолец». Тип 3Ф-01	15,0
46	Токарно-винторезный станок. Тип 1А61	7,0
47	Токарно-винторезный станок «Берин-гер»	14,0
48	Печь	30,0
49	Печь	45,0
50	Печь	25,0
51	Установка ТВЧ	60,0
52-54	Кран балка ПВ-25 %	12,0
55-57	Сварочная кабина ПВ-40 %	27,0

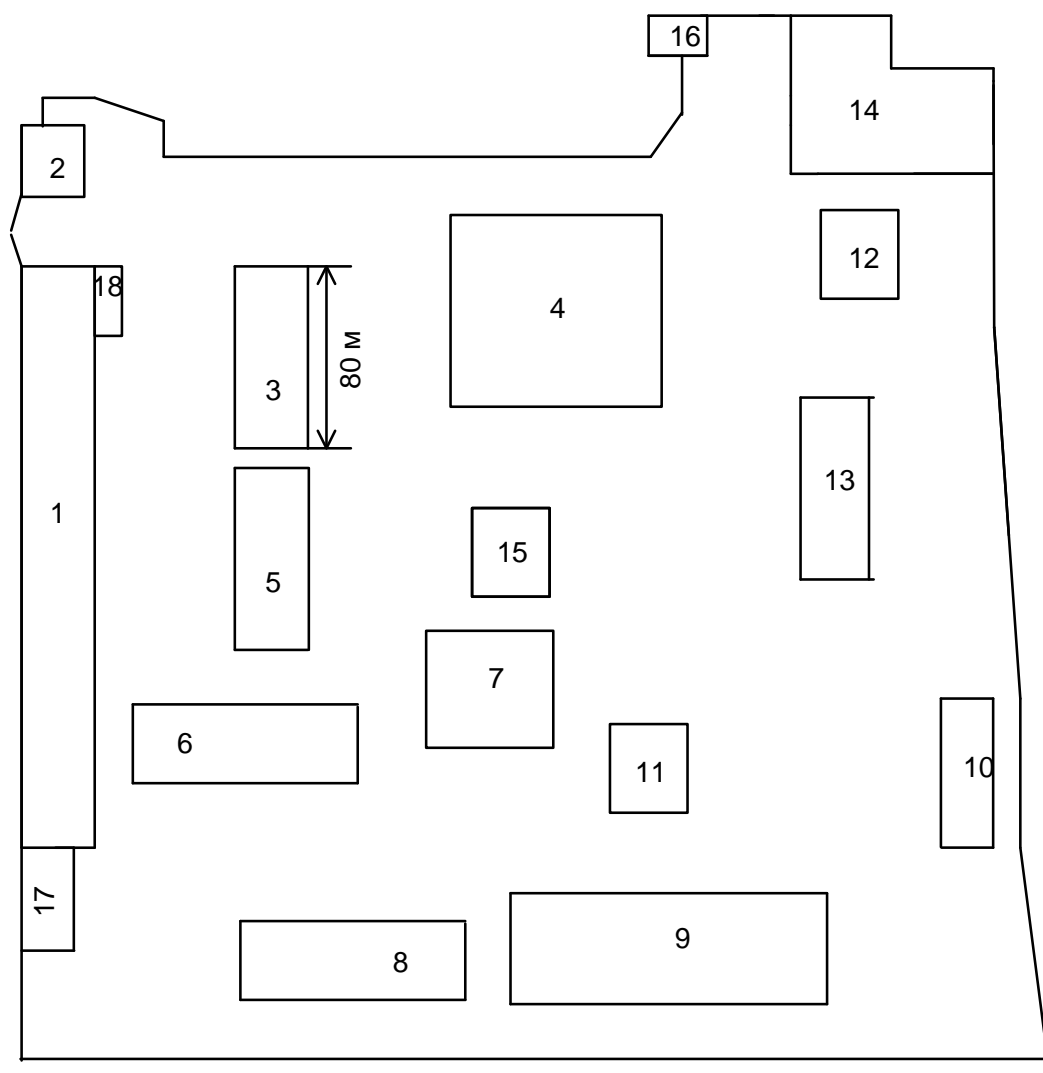


Рисунок 1 – Генплан приборостроительного завода

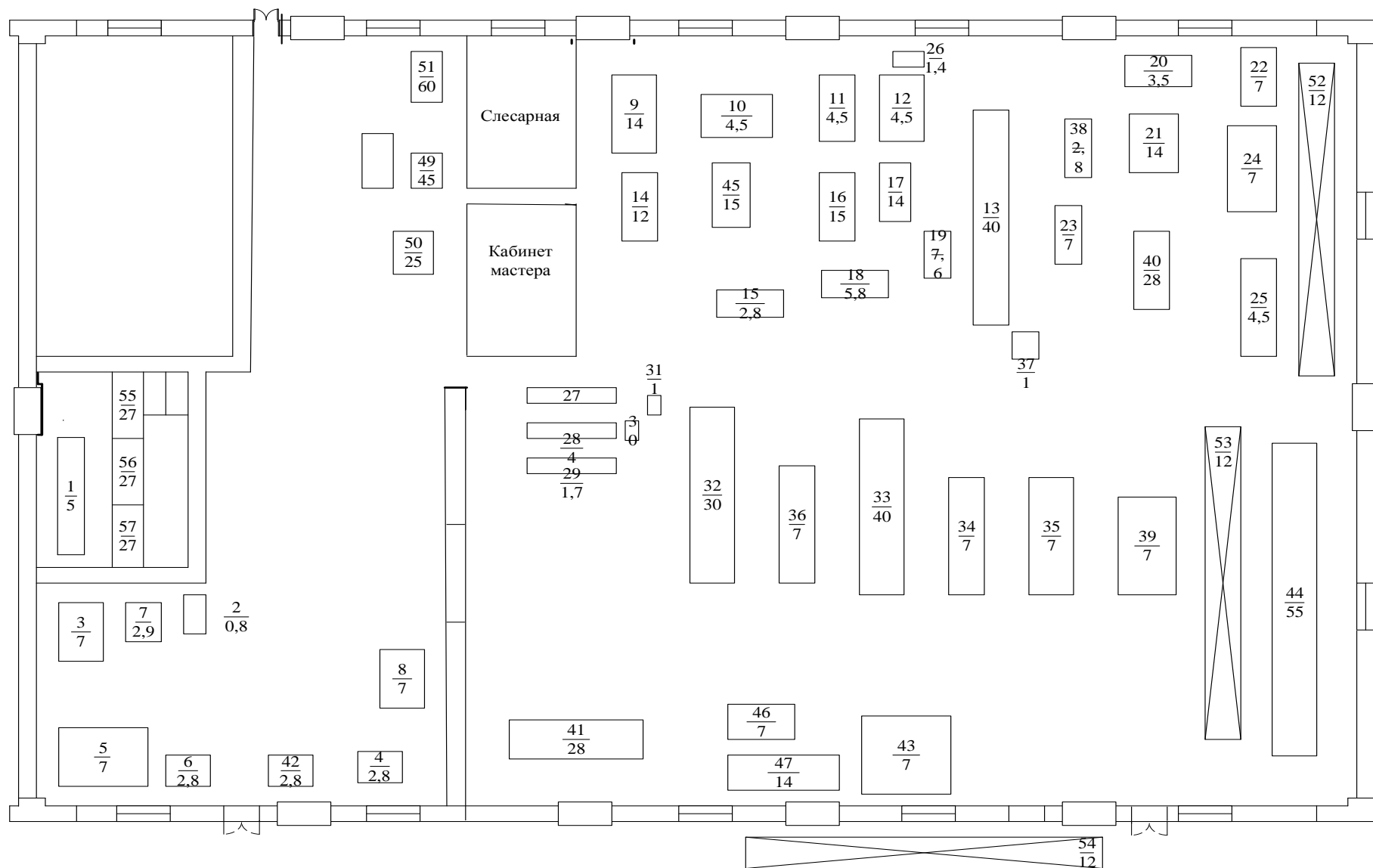


Рисунок 2 – План механического цеха

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

Целью данного раздела является определение экономических показателей проектирования электроснабжения приборостроительного завода с точки зрения финансового менеджмента, теории управления организацией и производством.

Достижение поставленной цели обеспечивается за счет решения задач:

- Анализ конкурентоспособности технического решения;
- Составление SWOT-анализа проектировки механического цеха приборостроительного завода;
- Планирование работ научно-технического проекта;
- Формирование бюджета затрат;
- Определение ресурсоэффективности исследования.

3.1.1 Анализ конкурентных технических решений

В данном разделе будет произведён анализ конкурентных технических решений, применяемых при проектировании схемы электроснабжения цеха предприятия. Анализ наиболее целесообразно проводить используя сравнительную оценочную карту. Проведем сравнение возможных вариантов схем электроснабжения цеховых сетей систем 3-х фазного тока напряжением до 1000 В:

1. Радиальной;
2. Магистральной;
3. Смешанной сети.

Сравнение поможет определить наиболее конкурентоспособную схему электроснабжения, которая будет сочетать оптимальные цену, качество и надежность схемы.

Таблица 45 – Оценочная карта сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес	Баллы			Конкурентоспособность		
	критерия	Б1	Б2	Б3	К1	К2	К3
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Надежность в работе	0,25	5	3	3	1,25	0,75	0,75
2. Энергоэкономичность (минимум потерь)	0,1	3	5	2	0,3	0,5	0,2
3. Лёгкость монтажа	0,05	2	4	3	0,1	0,2	0,15
4. Безопасность	0,1	3	4	3	0,3	0,4	0,3
5. Ремонтопригодность	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
6. Уровень материалоемкости	0,05	4	5	4	0,2	0,25	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена установки	0,2	4	2	3	0,8	0,4	0,6
2. Затраты на монтаж схемы (минимальные)	0,1	3	5	1	0,3	0,5	0,1
3. Срок эксплуатации	0,05	3	4	3	0,15	0,2	0,15
Итого	1	32	36	26	3,9	3,6	2,85

Конкурентоспособность схем электроснабжения можно определить по формуле:

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

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Исходя из результатов анализа, радиальная сеть получила наивысший балл по сравнению с другими конкурентами ($K=3,9$). Данная схема обеспечивает должную надежность электроснабжения, безопасность в эксплуатации, удобное подключение оборудования, высокую энергоэффективность. Дальнейший анализ и расчёт будет применён только к данной схеме.

3.1.2 SWOT-анализ

В данном разделе будет произведён SWOT-анализ, который поможет определить:

- Сильные стороны и преимущества радиальной схемы
- Слабости и уязвимости радиальной схемы в конкурентной борьбе с другими схемами;
- Благоприятные возможности развития;
- Риски и наиболее эффективные действия для защиты от них.

SWOT-анализ проводится на основе таблицы, в которой представлены слабые и сильные стороны проекта, возможности и угрозы.

Таблица 46 – Матрица SWOT- анализа

	Сильные стороны НИП:	Слабые стороны НИП:
	<p>С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии</p> <p>С2. Надежное электроснабжение потребителя.</p> <p>С3. Использование современного оборудования</p> <p>С4. По сравнению с другими технологиями более низкая стоимость производства</p> <p>С5. Актуальность проекта</p>	<p>Сл1. Высокая стоимость оборудования</p> <p>Сл2. Невысокая возможность модернизации при увеличении числа потребителей.</p> <p>Сл3. Нехватка квалифицированных производственных кадров</p>
<p>В1. Сотрудничество с зарубежными компаниями в области энергетики</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В3. Оперативное решение производственных и технических вопросов</p> <p>В4. Рост стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>-Возможность наладить партнерские отношения с рядом ведущих энергетических компаний</p> <p>-При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения оборудования с высокими эксплуатационными свойствами.</p> <p>- Возможность оперативно решать производственные и технические вопросы может способствовать росту потребителей, т.к. надежно обеспечивает их электроснабжением.</p>	<p>-Повышение квалификации персонала.</p> <p>-Снижение цен на инновационные технологии;</p>

У1. Несвоевременное финансирование со стороны государственного бюджета. У2. Введение дополнительных государственных стандартов и требований, а также сертификации программы У3. Высокий уровень развития конкуренции в технологии производства У4. Высокая зависимость экономики предприятия от уровня тарифов на топливно-энергетические ресурсы У5. Развитие инновационных технологий	- Необходимость повышения квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование. - Возможность привлечения сторонних организаций -Высокая конкуренция способствует повышению экономичности и энергоэффективности технологии.	Отказ от проекта
---	---	------------------

В рамках нашего проекта отсутствуют слабые стороны, которые бы могли привести к значительным внешним угрозам.

Из анализа видно, что потенциальных сильных сторон у проекта больше, чем слабых, следовательно, радиальная схема имеет большие шансы конкурировать с остальными схемами. Радиальная схема часто применяется, т.к. надежно обеспечивает потребителей электроэнергией, обеспечивают высокую производительность и экономичность технологического процесса, а также имеет большой срок эксплуатации.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

В данном разделе определим какие этапы работ нужно выполнить в НТИ, распределим заданные этапы работы между руководителем и инженером, установим продолжительность их выполнения.

Таблица 47 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания (схем моделирования, проектирования)	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме, примерный план работ	Инженер
	3	Выбор направления оптимизации задачи	Инженер
	4	Календарное планирование работ	Руководитель
Теоретические исследования	5	Разработка вариантов схем электроснабжения	Инженер
	6	Выбор числа и мощности трансформаторов ГПП и цеховых трансформаторов	Инженер
	7	Расчет схемы выше 1 кВ, выбор высоковольтного оборудования и его проверка	Инженер
	8	Выбор и проверка внутризаводской линии и аппаратов защиты	Инженер
	9	Проверка по потере напряжения	Инженер
	10	Построение карты селективности	Инженер
Обобщение и оценка результатов	11	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель
Разработка технической документации	12	Оценка надежности полученных результатов	Руководитель
	13	Разработка принципиальной схемы электроснабжения	Инженер
	14	Вопросы безопасности и экологичности проекта	Инженер
Оформление отчёта по НИР	15	Составление пояснительной записки по проекту	Инженер

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения проекта

В данном разделе определим трудоемкость работы инженера и руководителя и построим диаграмму Ганта, которая характеризует даты начала и окончания выполнения работ.

Диаграмма Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Таблица 48 – Временные показатели проекта

Название работы	Исполнитель	Трудоёмкость работ (чел-дни)			Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$		
Составление и утверждение технического задания (схем моделирования, проектирования)	Руководитель	1	2	1	1	1
Подбор и изучение материалов по теме, примерный план работ	Инженер	3	5	4	4	6
Выбор направления оптимизационной задачи	Инженер	2	3	2	2	3
Календарное планирование работ	Руководитель	1	2	1	1	1
Разработка вариантов проектирования	Инженер	3	5	4	4	6
Выбор числа и мощности трансформаторов ГПП и цеховых трансформаторов	Инженер	5	7	6	6	9
Расчет схемы выше 1 кВ, выбор высоковольтного оборудования и его проверка	Инженер	5,00	6	5	5	7
Выбор и проверка внутризаводской линии и аппаратов защиты	Инженер	2	4	3	3	4
Проверка по потере напряжения	Инженер	3	5	4	4	6
Построение карты селективности	Инженер	2	3	2	2	3
Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	3	4	3	3	4
Оценка надежности полученных результатов	Руководитель	3	4	3	3	4
Разработка принципиальной схемы электроснабжения	Инженер	4	6	5	5	7

Вопросы экологичности и безопасности проекта	Инженер	3	4	3	3	4
Оформление пояснительной записки по проекту	Инженер	5	7	6	6	9

Пример расчёта

Ожидаемое значение трудоемкости:

$$t_{ож_1} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \approx 1 \text{ чел.} - \text{дн};$$

Продолжительность работы в рабочих днях:

$$T_p = \frac{t_{ож_1}}{Ч} = \frac{1}{1} = 1 \text{ день};$$

Коэффициент календарности:

- Для инженера

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,477;$$

- Для руководителя

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

Продолжительность работы в календарных днях:

- Для инженера

$$T_{\kappa} = T_p \cdot k_{кал} = 1 \cdot 1,47 = 1,47 \approx 1,5 \text{ дней}.$$

- Для руководителя

$$T_{\kappa} = T_p \cdot k_{кал} = 1 \cdot 1,22 = 1,22 \approx 1,3 \text{ дня}.$$

№	Вид работы	Исполнитель	Тк _і (кал. дн.)	Продолжительность выполнения работ									
				Февраль		Март			Апрель			Май	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	1										
2	Подбор и изучение материалов по теме, примерный план работ	Инженер	6										
3	Выбор направления оптимизационной задачи	Инженер	3										
4	Календарное планирование работ	Руководитель	1										
5	Разработка вариантов проектирования	Инженер	6										
6	Выбор числа и мощности трансформаторов ГПП и цеховых трансформаторов	Инженер	9										
7	Расчет схемы выше 1 кВ, выбор высоковольтного оборудования	Инженер	7										
8	Выбор и проверка внутризаводской линии и аппаратов защиты	Инженер	4										
9	Проверка по потере напряжения	Инженер	6										
10	Построение карты селективности	Инженер	3										
11	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	4										
12	Оценка надежности полученных результатов	Руководитель	4										
13	Разработка принципиальной схемы электроснабжения	Инженер	7										
14	Вопросы безопасности и экологичности проекта	Инженер	4										
15	Составление пояснительной записки по проекту	Инженер	9										

Инженер

Руководитель

Рисунок 20 – График Ганта

3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

3.3.1 Расчет материальных затрат

При расчете затрат на выполнение НТИ необходимо учесть все виды расходов, которые непосредственно связаны с его выполнением.

Материальные затраты подразумевают дополнительные затраты на канцелярию, информационные носители и т.д.

Таблица 49 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед.,руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Шариковые ручки	штук	2	30	60
Бумага	упаковка	1	260	260
Карандаши	штук	2	8	16
Папка-скоросшиватель	штук	1	18	18
Итого:				354

3.3.2 Расчет затрат на амортизацию специального оборудования для научных работ

В данном пункте анализ необходимо провести для оборудования, необходимого для выполнения научно-технического исследования. В нашем случае таким оборудованием является персональный компьютер.

В затраты на амортизацию включаем оборудование, стоимость которого превышает 40 тыс.руб, таким образом на используемый нами персональный компьютер линейным способом считаются затраты на амортизацию.

Таблица 50 – Затраты на оборудование

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на оборудование,
ПК	штук	1	45000	45000

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

$$A = \text{Стоимость} \cdot \frac{H_A \cdot T_{\text{раб.дн}}}{100 \cdot 365} = \frac{45000 \cdot 33,33 \cdot 64}{100 \cdot 365} = 2629,87 \text{ руб.}$$

где H_A , % – годовая норма амортизации по компьютеру;

n – срок полезного использования компьютера в бухгалтерском учете;

$T_{\text{раб.дн}}$ – количество дней использования компьютера.

3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Основной заработной платой является вознаграждение за выполненную работу в соответствии с установленными нормами труда.

Статья включает сумму основной заработной платы и дополнительной заработной платы работников, которые непосредственно заняты выполнением НТИ :

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

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

$З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (составляет 12-20 % от $З_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($З_{\text{осн}}$):

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_p ,$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

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

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

Среднедневная заработная плата руководителя:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{60450 \cdot 10,4}{229} = 2745,33 \text{ руб.},$$

где $З_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 28 раб. дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 56 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. Дн

Таблица 51 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	56	28
- невыходы по болезни	14	10
Действительный годовой фонд рабочего времени	229	209

Расчет месячного должностного оклада руководителя:

$$Z_m = Z_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p = 31000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 60450 \text{ руб}$$

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

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

k_d – коэффициент доплат и надбавок принят на уровне 0,2;

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

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 52.

Таблица 52 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Z_{TC} ,руб	k_{np}	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб	T_p раб.дн	$Z_{осн}$,руб ,
Руководитель	31000	0,3	0,2	1,3	60450	2745,33	8	21962,64
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1776,46	44	78164,21
Итого $Z_{осн}$								100126,85

3.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительной заработной платой является вознаграждение за труд сверх установленной нормы, за трудовые успехи и за особые условия труда.

Руководитель:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,12 \cdot 21962,64 = 2635,52 \text{ руб}$$

Инженер:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,12 \cdot 78164,21 = 9379,71 \text{ руб}$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы принимается в размере 0,12.

3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам:

- государственное социальное страхование (ФСС);
- пенсионный фонд (ПФ);
- медицинское страхование (ФФОМС).

Величина отчислений во внебюджетные фонды для руководителя:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) = 0,271 \cdot (21962,64 + 2635,52) = 6666,1 \text{ руб}$$

Инженера:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) = 0,271 \cdot (78164,21 + 9379,71) = 23724,4 \text{ руб}$$

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

3.3.6 Накладные расходы

Затраты, которые не попали в предыдущие статьи расходов, учитываются прочими затратами организации.

$$\begin{aligned} З_{накл} &= (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нр} = (З_{осн} + З_{доп} + З_{внеб} + З_{м} + А) \cdot 0,16 = \\ &= (100126,85 + 12015,23 + 30390,5 + 354 + 2629,87) \cdot 0,16 = 23282,63 \end{aligned}$$

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

Коэффициент накладных расходов примем 16%.

3.3.7 Формирование бюджета затрат научно-технического проекта

Определим итоговые затраты на научно-технический проект по разработке системы электроснабжения приборостроительного завода.

Таблица 53 – Бюджет затрат НТИ

№	Наименование статьи	Сумма, руб.	В % к итогу
1	Материальные затраты НТИ	354	0,21
2	Амортизация	2629,87	1,56
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	100126,85	59,32
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	12015,23	7,12
5	Отчисления во внебюджетные фонды	30390,5	18,00
6	Накладные расходы	23282,63	13,79
	Бюджет затрат НТИ	168799,08	100

3.4 Ресурсоэффективность

Ресурсоэффективность научного исследования находится с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности, который рассчитывается по формуле:

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

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

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

Рассчитаем интегральный показатель ресурсоэффективности в таблице 54.

Таблица 54 - Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Надёжность	0,25	5
2. Гибкость	0,25	3
3. Безопасность	0,15	4
4. Простота монтажа	0,10	4
5. Расход материала	0,10	3
6. Материальные затраты	0,15	4
Итого:	1	3,9

Для разрабатываемой системы электроснабжения определим интегральный показатель ресурсоэффективности:

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

Анализируя полученные результаты можно сделать вывод о достаточно эффективной реализации научно-технического проекта (4,15 из 5).

Выполняя данную часть выпускной квалификационной работы произведён анализ конкурентных технических решений, применяемых при проектировании схемы электроснабжения цеха предприятия. С учетом различных требований к схеме электроснабжения, наиболее конкурентоспособной является радиальная схема. С помощью SWOT-анализа была проанализирована радиальная сеть, были оценены сильные и слабые стороны проекта, угрозы и возможности.

Далее было произведено календарное планирование работ при котором длительность работ составила 52 рабочих дня, определена их трудоемкость. На основе этих данных смоделирована и построена диаграмма Ганта. Итоговые затраты на научно-исследовательский проект составили 168799,08 руб. При этом около 60% затрат приходится на выплату заработной платы участникам проекта.

Проектирование системы электроснабжения приборостроительного завода с применением радиальной схемы способствует росту потребителей, обеспечивают высокую производительность и экономичность технологического процесса, а также большой срок эксплуатации. Радиальные схемы применяют в помещениях с любой окружающей средой, выполняются обычно проводами или кабелями. Радиальные схемы обеспечивают высокую надежность питания, в них легко могут быть применены элементы автоматики.