

**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 приборостроительного завода</b>

УДК 621.31.031.681.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Игнатенко Михаил Андреевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ивашутенко А.С.	к.т.н., доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сергейчик С.И.	к.т.н., доцент		

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>	<b>Сурков М.А.</b>	<b>к.т.н., доцент</b>		

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  
\_\_\_\_\_ Сурков М.А.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

**бакалаврской работы**

Студенту:

Группа	ФИО
5А36	Игнатенко Михаилу Андреевичу

Тема работы:

Проектирование системы электроснабжения приборостроительного завода	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	
<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> <ul style="list-style-type: none"><li>- генеральный план завода;</li><li>- план механического цеха;</li><li>- сведения об электрических нагрузках завода;</li><li>- сведения об электрических нагрузках механического 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 рассматриваемого завода;</li> <li>- детальное рассмотрение особенностей трансформаторных подстанций в системах электроснабжения с последующим выбором цеховых трансформаторов;</li> <li>- обсуждение результатов выполненной работы;</li> <li>- разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»;</li> <li>- разработка раздела «Социальная ответственность»;</li> <li>- заключение.</li> </ul>
<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>- план внутризаводского электроснабжения;</li> <li>- однолинейная схема механического цеха.</li> </ul>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;"><b>Раздел</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Консультант</b></p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p style="text-align: center;">Сергейчик С.И.</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p style="text-align: center;">Дашковский А.Г.</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ивашутенко А.С.	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Игнатенко Михаил Андреевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
5А36	Игнатенко Михаилу Андреевичу

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

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

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

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Оценка осуществляется на основе анализа потенциальных потребителей результатов исследования, конкурентных технических решений, а также Quad и SWOT анализа</i>
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Основой для формирования бюджета являются основная заработная плата исполнителей, страховые отчисления и накладные расходы</i>
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования</i>

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

<ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Оценка конкурентоспособности технических решений</i></li> <li><i>2. Матрица SWOT</i></li> <li><i>3. Альтернативы проведения НИ</i></li> <li><i>4. График проведения и бюджет НИ</i></li> <li><i>5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i></li> </ol>	
--	--

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Сергейчик С.И.	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
5А36	Игнатенко Михаил Андреевич		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 138 с., 14 рис., 44 табл., 31 источник, 4 прил.

Ключевые слова: система электроснабжения, электрическая нагрузка, расчет токов короткого замыкания, выбор высоковольтного оборудования, выбор аппаратов защиты, ресурсоэффективность, социальная ответственность.

Объектом исследования является система электроснабжения приборостроительного завода.

Цель работы – разработать систему электроснабжения приборостроительного завода с подробным проектированием системы электроснабжения механического цеха.

В ходе выполнения работы были рассчитаны нагрузки механического цеха и предприятия в целом, разработана внутризаводская система электроснабжения предприятия, спроектирована главная понизительная подстанция, рассмотрена компенсация реактивной мощности на предприятии, спроектирована система электроснабжения механического цеха.

В результате исследования была спроектирована система электроснабжения приборостроительного завода, проведен анализ опасных и вредных факторов проектируемой производственной среды, рассмотрены меры защиты при чрезвычайных ситуациях, определены ресурсная, социальная и экономическая эффективности исследования.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: питающее напряжение – 35 кВ, напряжение внутризаводской сети – 10, 0.4 кВ. На территории предприятия расположено 10 цехов второй категории надежности электроснабжения и 8 цехов третьей категории. Основная масса потребителей электроэнергии - электроприёмники переменного тока с номинальным напряжением - 0,4 кВ, так же на заводе присутствует электроприёмник с номинальным напряжением - 10 кВ.

Областью применения проекта являются предприятия механической промышленности с нормальной средой.

В целом в проекте учтены все основные вопросы проектирования систем электроснабжения и проект готов к внедрению в производство.

## Определения, обозначения, сокращения

ВЛЭП – воздушная линия электропередач;

БК – батарея конденсаторная;

ГПП – главная понизительная подстанция;

КЗ – короткое замыкание;

ЭП – электроприемник;

ПР – пункт распределительный;

ЦЭН - центр электрических нагрузок;

ТП - трансформаторная подстанция;

ВН - высокое напряжение;

НН - низкое напряжение;

АВ - автоматический выключатель;

ПН - плавкий предохранитель.

## Оглавление

Введение	8
1. Объект и методы исследования	10
2. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	14
2.1. Потенциальные потребители результатов исследования	
2.2. Технология QuaD	14
2.3. SWOT-анализ проектирования системы электроснабжения механического цеха приборостроительного завода	18
2.4. Организация работ технического проекта	22
2.5. Структура работ в рамках технического проектирования	22
2.6. Определение трудоемкости выполнения технического проекта	24
2.7. Разработка графика проведения технического проекта	25
2.8. Составление сметы затрат на разработку ТП	28
2.9. Расчет материальных затрат	28
2.10. Расчет полной заработной платы исполнителей темы	29
2.11. Дополнительная заработная плата исполнителей темы	30
2.12. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	31
2.13. Накладные расходы	31
2.14. Формирование сметы технического проекта	32
2.15. Определение ресурсоэффективности проекта	32

## Введение

Электроснабжение предприятия является одной из важнейших задач при проектировании производственного объекта, так как при проектировании рассматривается ряд задач, связанных с удобством и безопасностью в обслуживании, необходимым качеством электроэнергии и бесперебойностью электроснабжения в нормальном и послеаварийном режимах. Экономическая целесообразность также является важным параметром при проектировании. При наличии на предприятии оборудования, требующего постоянного бесперебойного питания, возникают дополнительные задачи при проектировании.

Задачами данной работы является проектировка системы электроснабжения приборостроительного завода и подробное рассмотрение механического цеха. Главной целью выполнения выпускной квалификационной работы является проверка полученных знаний и развитие навыков самостоятельного проектирования систем электроснабжения.

Степень надежности электроснабжения в работе делится на вторую и третью категории. На территории предприятия находится 18 цехов, выполняющих каждый свою роль в производственном процессе. Работа на предприятии проходит в 2 смены. Характеристика среды – нормальная.

Выполнение работы включает в себя ряд этапов, а именно:

во-первых, с помощью метода упорядоченных диаграмм рассчитывается нагрузка механического цеха;

во-вторых, должна быть определена расчетная нагрузка по всему предприятию, учитывая нагрузку на освещение и потери мощности в трансформаторах. Данный этап рассчитывается методом коэффициента спроса;

в-третьих, определение наиболее рационального местоположения ГПП происходит с помощью построения картограммы электрических нагрузок;

В-четвертых, рассчитывается схема внутривозовского электроснабжения, а также выполняется выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций и схемы их электроснабжения.



В-пятых, выбирается напряжение питающей сети завода, сечение проводов, а также мощность трансформаторов ГПП.

В-шестых, рассчитываются токи короткого замыкания в сети выше 1000 В для того, чтобы проверить правильность выбора сечений проводов.

В заключительном этапе выполняется расчет электроснабжения механического цеха.

Для более подробного исследования структуры электроснабжения производится рассмотрение отдельно взятого цеха предприятия.

## 1.Объект и методы исследования

Объектами исследования являются приборостроительный завод в целом и его механический цех в частности.

Исходные данные:

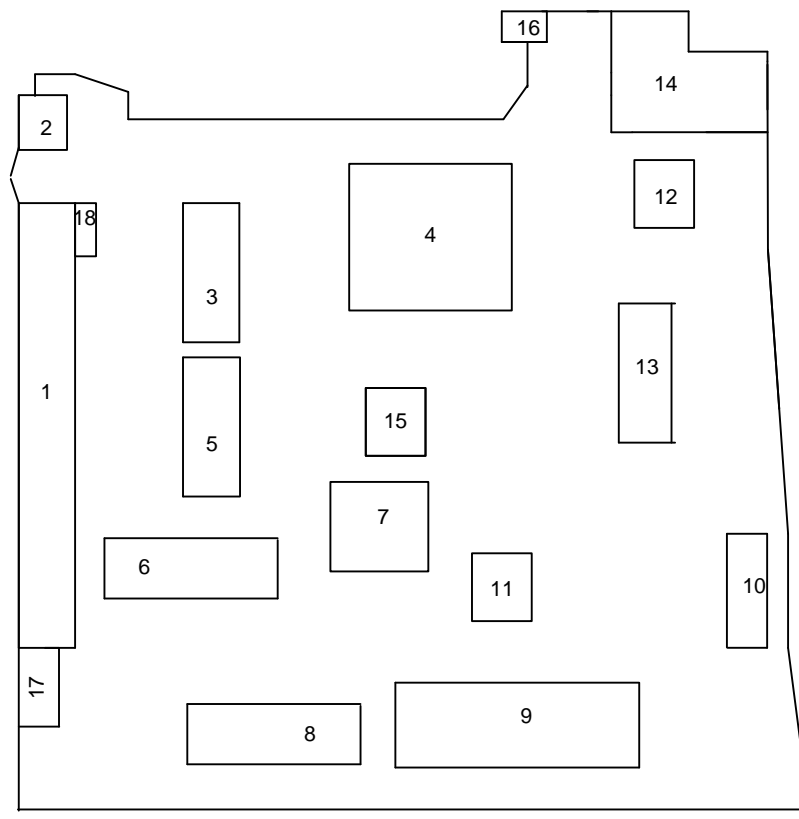


Рисунок 1.1 – Генплан приборостроительного завода

Таблица 1.1 - Ведомость электрических нагрузок по цехам приборостроительного 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 1.2 - Сведения об электрических нагрузках механического цеха

Номер на	Наименование ЭП	Номинальная
1	Листогибочные вальцы	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 5А26	4,5
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 ЗФ-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 ШЦ63А	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». ТипЗФ-01	15,0

Продолжение таблицы 1.2

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

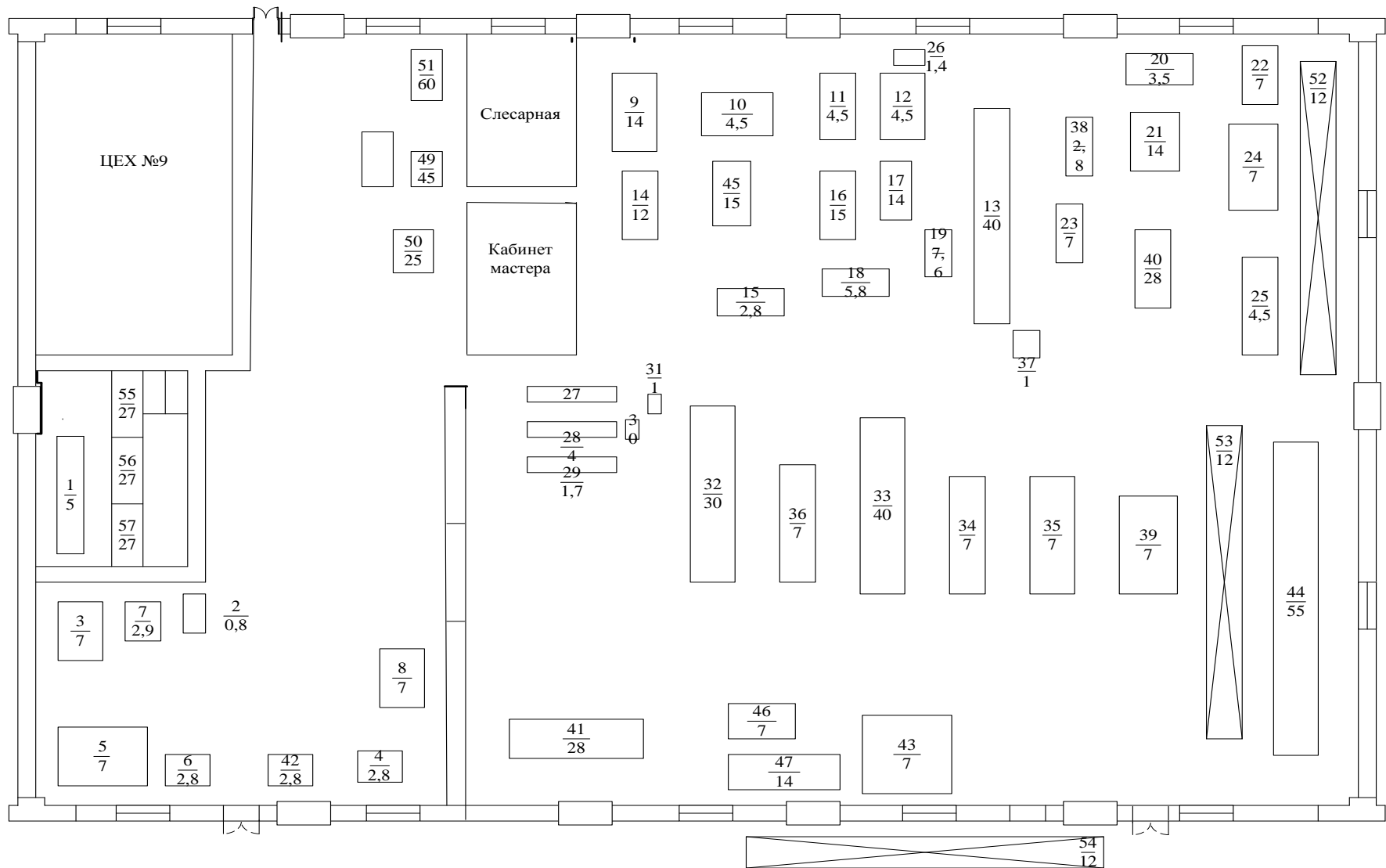


Рисунок 1.2 – План механического цеха

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

Целью данного раздела является комплексный анализ технического проекта, выполняемого в рамках выпускной квалификационной работы, при этом принимаются во внимание планово-временные и материальные показатели процесса проектирования.

Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:

- Технология QuaD.
- Составление SWOT-анализа проектировки механического цеха приборостроительного завода
- Планирование технико-конструкторских работ
- Определение ресурсной (ресурсосберегающей) эффективности проекта.

### **2.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

В данном случае сегментирования целесообразно провести по критерию точности, т.к. как для разных типов режимов работы, требуется разная величина подачи угля в установки соответствующей мощности.

А также следует выделить сегменты рынка:

- по разработке, проектированию и производству;
- по установке и пуско-наладке;
- по дальнейшему обслуживанию и ремонту.

Исходя из сегмента рынка, будет произведено сегментирование коммерческих организаций по отраслям. Сегментирование приведено в табл.2.1.1.

Таблица 2.1.1 - Карта сегментирования рынка разработок для ЭП

	Электропривода постоянного тока с датчиками скорости	Асинхронные электропривода с датчиками скорости	Бездатчиковые асинхронные электропривода
Проектирование и производство			
Установка и пуско-наладка			
Обслуживание и ремонт			
<b>Фирма А</b>		<b>Фирма Б</b>	

Результаты сегментирования:

- Основными сегментами рынка являются все виды деятельности для электроприводов постоянного тока и асинхронных электроприводов с датчиками скорости
- Наиболее сильно предприятие должно быть ориентировано на сегменты рынка связанные с проектированием и производством, установкой и пуско-наладкой бездатчиковых асинхронных электроприводов;
- Наиболее привлекательными сегментами рынка являются отрасли, связанные с проектированием и производством, установкой и пуско-наладкой бездатчиковых асинхронных электроприводов.

## 2.2 Технология QuaD

**Технология QuaD** (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

1) *Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:*

- влияние нового продукта на результаты деятельности компании;
- перспективность рынка;
- пригодность для продажи;
- перспективы конструирования и производства;
- финансовая эффективность.
- правовая защищенность и др.

2) *Показатели оценки качества разработки:*

- динамический диапазон;
- вес;
- ремонтпригодность;
- энергоэффективность;
- долговечность;
- эргономичность;
- унифицированность;
- уровень материалоемкости разработки и др.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

Для упрощения процедуры проведения QuaD оценка проводится в табличной форме (табл. 2.2.1).

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.



Таблица 2.2.1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)x100
1	2	3	4	5	
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Повышение производительности труда пользователя	0,07	95	100	0,95	6,65
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,12	87	100	0,87	10,44
3. Помехоустойчивость	0,03	90	100	0,9	2,7
4. Энергоэкономичность	0,11	90	100	0,9	9,9
5. Надежность	0,06	97	100	0,97	5,82
6. Уровень шума	0,03	80	100	0,8	2,4
7. Безопасность	0,01	80	100	0,8	2,4
8. Потребность в ресурсах памяти	0,02	75	100	0,75	1,5
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,04	85	100	0,85	3,4
10. Простота эксплуатации	0,04	98	100	0,98	3,92
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,05	96	100	0,96	4,8
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,06	100	100	1	6
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
1. Конкурентоспособность продукта	0,04	90	100	0,9	3,6
2. Уровень проникновения на рынок	0,04	70	100	0,7	2,8
3. Цена	0,1	65	100	0,65	6,5
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,07	95	100	0,95	6,65
5. Послепродажное обслуживание	0,03	90	100	0,9	2,7

6. Финансирование научной разработки	0,05	78	100	0,78	3,9
7. Срок выхода на рынок	0,03	71	100	0,71	2,13
8. Наличие сертификации разработки	0,04	80	100	0,8	3,2
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>91,41</b>

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i = 0,07 \cdot 95 + 0,12 \cdot 87 + \dots + 0,04 \cdot 80 = 91,41,$$

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

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

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

Значение  $P_{cp}$  получилось равным 91,41, что говорит о том, что данная разработка является перспективной.

### **2.3 SWOT-анализ проектирования системы электроснабжения механического цеха приборостроительного завода.**

SWOT-анализ является инструментом стратегического менеджмента.

Применительно к проектируемой АСР уровня, SWOT-анализ позволит оценить сильные и слабые стороны проекта, а также его возможности и угрозы. [2]

Для проведения SWOT-анализа составляется матрица SWOT, в которую записываются слабые и сильные стороны проекта, а также возможности и угрозы.

При составлении матрицы SWOT удобно использовать следующие обозначения:

С – сильные стороны проекта;

Сл – слабые стороны проекта;

В – возможности;

У – угрозы;

Матрица SWOT приведена в таблице 2.3.1.

Таблица 2.3.1 - Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны проекта:</b> С1. Высокая энергоэффективность и энергосбережение технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Квалифицированный персонал. С4. Повышение безопасности производства С5. Уменьшение затрат на ремонт оборудования	<b>Слабые стороны проекта:</b> Сл1. Трудность монтажа системы Сл2. Дороговизна оборудования Сл3. Сложность эксплуатации электрооборудования
<b>Возможности:</b> В1. Увеличение производительности электрооборудования  В2. Появление дополнительной автоматизированной системы управления внутрицеховой структуры  В3. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые на производстве  В4. Появление более простых электрических систем внутризаводской и внутрицех. сети	 В1С1С2С3С4;  В2С1С5;  В3С5;  В4С1С4С5;	   В2Сл1Сл2;  В3Сл2;  В4Сл1Сл2Сл3;
<b>Угрозы:</b> У1. Отсутствие спроса на технологии производства У2. Ограничения на экспорт технологии  У3. Введения дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации продукции  У4. Угрозы выхода из строя сложного энергоемкого оборудования	 У1С3;  У3С5;	 У1Сл1Сл2;  У3Сл2;  У4Сл1Сл3;

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. При построении интерактивных матриц в таблице 4 и 5 используются обозначения аналогичные самой матрицы SWOT с дополнением знаков (+,-) для подробного представления наличия возможностей и угроз проекта («+» – сильное соответствие; «-» – слабое соответствие). [3]

Таблица 2.3.2 – Интерактивная матрица возможностей

Возможности	Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	-
	B2	+	-	-	+	-
	B3	-	+	-	-	+
	B4	+	+	-	+	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	-	-
	B1	-	-	-		
	B2	+	+	+		
	B3	-	+	-		
	B4	-	-	-		

Таблица 2.3.3 – Интерактивная матрица угроз

Угрозы	Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	+	-	-
	У2	+	-	-	+	-
	У3	-	-	-	+	+
	У4	+	-	+	-	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	-	-
	У1	+	+	-		
	У2	-	-	+		
	У3	-	+	+		
	У4	-	-	+		

Анализ интерактивных матриц, приведенных в таблицах 4 и 5, показывает, что сильных сторон у проекта значительно больше, чем слабых. Были выявлены сильные и слабые стороны выбора технического проекта, проведена оценка надежности и возможностей данного проекта. Было установлено, что технический проект имеет несколько важных преимуществ (высокая энергоэффективность, повышенная безопасность производства), обеспечивающих повышение производительности, безопасности, экологичности и экономичности технического производства. Также в проекте присутствуют и слабые стороны. Одной из таких является трудность монтажа системы, что является большим минусом при реализации проекта. Для того составляются интерактивные матрицы возможностей и угроз. Анализ интерактивных матриц, приведенных в таблицах 2.3.2 и 2.3.3, показывает соответствие сильных сторон с возможностями, нежели с угрозами. Кроме того, угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

#### **2.4 Организация работ технического проекта**

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках технического проектирования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения проектирования системы электроснабжения завода по производству электродвигателей.

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

Для выполнения проектирования формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и инженер. На каждый вид

запланированных работ установлена соответствующая должность исполнителей.

Таблица 2.5.1 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления технического проектирования завода	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
Расчеты и проектирование системы электроснабжения цеха №3 завода по производству электродвигателей	3	Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия	Инженер
	4	Проектирование системы внутризаводского электроснабжения	Инженер, научный руководитель
	5	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	Инженер, научный руководитель
Обобщение и оценка результатов	6	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер совместно с научным руководителем
Оформление отчета по техническому проектированию	7	Составление пояснительной записки	Инженер
	8	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Научный руководитель
Защита выпускной квалификационной работы	9	Подготовка к защите ВКР	Инженер совместно с научным руководителем

Составлен перечень этапов и работ в рамках проведения проектирования и произведено распределение исполнителей по видам работ. Перечень этапов работ и распределение исполнителей по данным видам работ приведены в таблице 6.

Номерам этапов соответствуют следующие виды выполняемых работ:

№ 1 – составление и утверждение технического задания – включает в себя изучение первичной информации об объекте, формулировку требований к техническому проекту, составление задания и плана на работу;

№ 2 –Подбор и изучение материалов по теме – ознакомление с предметом работы, изучение различных источников, касающихся различных сторон технического проекта;

№ 3 – Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия – расчет электрических нагрузок методом упорядоченных диаграмм;

№ 4 – Проектирование системы внутризаводского электроснабжения – выбор конфигурации схемы электроснабжения, расчет суммарных электрических нагрузок, выбор высоковольтного оборудования;

№ 5 – Проектирование системы внутрицехового электроснабжения – расчет нагрузок по цеху с учетом загруженности всех электроприемников, выбор защитной аппаратуры;

№ 6 – Оценка эффективности полученных результатов – проверка соответствия выполненного проекта исходным требованиям с учетом ресурсо- и энергоэффективности;

№ 7 – Составление пояснительной записки – оформление результатов проектной деятельности;

№ 8 – Проверка выпускной квалификационной работы руководителем - в рамках учебно-практической работы, включает в себя окончательную проверку руководителем, устранение недочетов дипломником, подготовку к защите и защиту проекта

№9 – Подготовка к защите ВКР – подготовка презентации, согласование с научным руководителем для защиты перед аттестационной государственной комиссией.

## **2.6 Определение трудоемкости выполнения технического проекта.**

Трудоемкость выполнения технического проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения

ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула: [2]

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5} \quad (1)$$

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

$t_{\text{min}i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\text{max}i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. [2]

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i} \quad (2)$$

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

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

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

## **2.7 Разработка графика проведения технического проекта**

Наиболее удобным и наглядным в данном случае является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.



Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. [3]

Строим план-график. График строится для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках технического проекта, с разбивкой по месяцам и декадам за период времени написания ВКР. [3]

План-график проведения работ представлен в таблице 2.7.2.

Таблица 2.7.1 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ, чел-дни						Длительность работ в рабочих днях	
	$t_{\min,*}$		$t_{\max,*}$		$t_{ожі,*}$			
	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер
Составление и утверждение технического задания	1	-	3	-	1,8	-	2	-
Подбор и изучение материалов по теме	-	2	-	5	-	3,2	-	4
Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия	-	20	-	27	-	22,8	-	23
Проектирование системы внутризаводского электроснабжения	1	22	4	29	2,2	24,8	2	25
Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	1	22	4	28	2,2	24,4	2	25
Оценка эффективности полученных результатов	1	3	3	7	1,8	4,6	2	5
Составление пояснительной записки	-	5	-	11	-	7,4	-	8
Проверка выпускной квалификационной работы	1	-	2	-	1,4		2	-

Продолжение таблицы 2.7.1

Исправление ошибок	-	3	-	4	-	3,4	-	4
Подготовка к защите ВКР	1	3	3	6	1,8	4,2	2	5

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



Исходя из составленной диаграммы, можно сделать вывод, что продолжительность работ занимает 12 декад, начиная со второй декады февраля, заканчивая первой декадой июня. Учитывая вероятностный характер оценки трудоемкости, реальная продолжительность работ может быть как меньше (при благоприятном стечении обстоятельств), так и несколько превысить указанную продолжительность (при неблагоприятном стечении обстоятельств).

Далее, по диаграмме Ганта можно предварительно оценить показатели рабочего времени для каждого исполнителя.

Продолжительность выполнения проекта в рабочих днях составит 107 дней.

Из них:

95 дней – продолжительность выполнения работ инженером;

12 дней – продолжительность выполнения работ руководителем;

## **2.8 Составление сметы затрат на разработку ТП**

Смета затрат представляет собой ведомость затрат на создание технического проекта.

Смета затрат включает в себя следующие статьи: [2]

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

## **2.9 Расчет материальных затрат**

В материальные затраты включаются затраты на канцелярские принадлежности, информационные носители (флеш-карты), картриджи и т.п.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расх}i}$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов;

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

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

Значения цен на материальные ресурсы установлены по данным, размещенным на сайте канцелярского магазина ТД «Канцелярский мир» (таблица 2.9.1).

Таблица 2.9.1 – Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб.
Бумага	1	250	250
Ручка	2	84	168
Папка	1	50	50
Калькулятор	1	722	722
Линейка	1	22	22
Итого			1200

При расчете материальных затрат не учитывались транспортные расходы, вследствие отсутствия услуг по доставке.

### 2.10 Расчет полной заработной платы исполнителей темы

Полная заработная плата включает основную и дополнительную заработную плату и определяется как: [3]

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

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

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) исполнителя рассчитывается исходя из трудоемкости работ и квалифицированных исполнителей по следующей формуле: [28]

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

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

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{тс}} + Z_{\text{допл}} + Z_{\text{р.к.}}}{F_{\text{д}}},$$

где  $Z_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$Z_{\text{допл}}$  – доплаты и надбавки, руб.;

$Z_{\text{р.к.}}$  – районная доплата, руб.;

$F_{\text{д}}$  – количество рабочих дней в месяце (26 при 6-дневной рабочей неделе, 22 при 5-дневной рабочей неделе), раб. дн.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 10.

Таблица 2.10.1 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$ , руб.	$Z_{\text{допл}}$ , руб.	$Z_{\text{р.к.}}$ , руб.	$Z_{\text{м}}$ , руб.	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	Тр. раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Руководитель	23264	2200	7639	33103	1273	12	15278
Инженер	2344	350	808	3502	135	95	12796
Итого							28074

## 2.11 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 15278 = 1833$$

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

Расчёт полной заработной платы приведён в таблице 2.11.1.

Таблица 2.11.1 – Расчет полной заработной платы

Исполнители	$k_{\text{доп}}$	$Z_{\text{осн}}$ , руб.	$Z_{\text{доп}}$ , руб.	$Z_{\text{полн}}$ , руб.
Руководитель	0,12	15278	1833	17111
Инженер	0,15	12796	1919	14715
Итого $Z_{\text{осн}}$ , руб.		28074	3752	31826

## 2.12 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы: [3]

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,302 \cdot (15278 + 1833) = 5168 \text{ руб}$$

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

На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2 %.

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представляем в табличной форме (табл.12).

Таблица 2.12.1 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	15278	1833
Инженер	12796	1919
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302	
<b>Итого</b>		
<b>Руководитель</b>	<b>5168</b>	
<b>Инженер</b>	<b>4444</b>	

## 2.13 Накладные расходы

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

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{нр} = (Z_{осн} + Z_{доп} + Z_{внеб}) \cdot 0,16 = \\ = (28074 + 3752 + 9612) = 6630$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

## 2.14 Формирование сметы технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования суммы затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции. [3]

Определение сметы затрат на технический проект приведен в таблице 2.14.1.

Таблица 2.14.1 – Смета затрат технического проекта

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	%
1. Материальные затраты ТП	1,2	2
2. Затраты по полной заработной плате исполнителей темы	30,8	62
3. Отчисления во внебюджетные фонды	9,6	20
4. Накладные расходы	6,6	16
5. Итого	48,5	100

## 2.15 Определение ресурсоэффективности проекта

Финансовую эффективность проекта можно оценить при помощи интегрального финансового показателя:

$$I_{фин}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

где:

$I_{фин}^{исп.i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;



$\Phi_{\max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Расчёт интегрального финансового показателя проводим в виде табличной формы.

Таблица 2.15.1 – Расчёт интегрального финансового показателя конкурентных технических решений

Вариант схемы	$\Phi_{\max}$ , руб.	$\Phi_{pi}$ , руб.	$I_{фин}^{исп.i}$ , о.е.
1	43115,6	43115,6	1
2		32850	0,76
3		30600	0,709

Величина интегрального финансового показателя разработки схемы 3 (бездатчиковый асинхронный электропривод) отражает соответствующее численное удешевление стоимости электропривода при одинаковой мощности. Схема 3 имеет наименьший интегральный показатель среди трёх конкурентных технических решений, и, следовательно, вариант схемы является наиболее финансово эффективным, что является определяющим критерием.

Определение ресурсоэффективности проекта схемы 3 можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности:

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

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

$a_i$  – весовой коэффициент разработки;

$b_i$  – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности схем проводим в виде табличной формы.

Критерии ресурсоэффективности и их количественные характеристики приведены в таблице 15.

Таблица 2.15.2 - Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка разработки
1. Обеспечение надлежащего качества электроэнергии	0,25	5
2. Надежность	0,10	4
3. Безопасность	0,25	5
4. Экономичность	0,15	4
5. Гибкость	0,25	5
Итого:	1,00	

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности технического проекта определяется следующим образом: [3]

$$I_{p-учл} = 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,25 = 4,5$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение (по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта. Высокие баллы надежности, гибкости и безопасности позволяют судить о надежности системы.

В результате выполнения поставленных задач по данному разделу, можно сделать следующие выводы:

1. В результате проведения SWOT-анализа были выявлены сильные и слабые стороны выбора технического проекта. Установлено, что технический проект имеет несколько важных преимуществ, обеспечивающих повышение производительности технического производства.

2. При планировании технико-конструкторских работ был разработан график занятости для трех исполнителей, составлена ленточная диаграмма Ганта, позволяющая оценить и лучше спланировать рабочее время исполнителей;

3. Составление сметы технического проекта позволило оценить первоначальный бюджет затрат на реализацию технического проекта, а также дать рекомендации по оптимизации этих затрат;

4. Оценка ресурсоэффективности проекта, проведенная по интегральному показателю, дала высокий результат (4,5 по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности реализации технического проекта.