

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 шпалопропиточного завода

УДК _____

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Семёнов Игорь Васильевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Климова Г.Н.	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:

и.о. Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
электроснабжение промышленных предприятий	Сурков М.А.	к.т.н.		

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

Уровень образования бакалавр

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

Период выполнения весенний семестр 2016/2017 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)
21.04.2017	«Техническая часть»	60
16.05.2017	«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	20
17.05.2017	«Социальная ответственность»	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Климова Г.Н.	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

и.о. Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
электроснабжение промышленных предприятий	Сурков М.А.	к.т.н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
5А36	Семёнов Игорь Васильевич

Тема работы:

Проектирование системы электроснабжения шпалопропиточного завода	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	15.02.2017, №970/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<i>Объектом исследования является цех по ремонту оборудования шпалопропиточного завода. В качестве исходных данных представлены:</i> - генеральный план завода; - план цеха по ремонту оборудования; - сведения об электрических нагрузках завода; - сведения об электрических нагрузках цеха по ремонту оборудования.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	- постановка задачи проектирования; - проектирование системы электроснабжения рассматриваемого завода; - детальное рассмотрение особенностей трансформаторных подстанций в системах электроснабжения с последующим выбором цеховых трансформаторов; - обсуждение результатов выполненной работы; - разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»; - разработка раздела «Социальная ответственность»; - заключение.

Перечень графического материала		- картограмма электрических нагрузок предприятия; - схема внутриводского электроснабжения; - внутрицеховая схема цеха по ремонту оборудования; - однолинейная схема цеха по ремонту оборудования.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы		
Раздел	Консультант	
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Сергейчик С.И.	
«Социальная ответственность»	Дашковский А.Г.	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.02.2017
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Климова Г.Н.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Семёнов Игорь Васильевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А36	Семёнов Игорь Васильевич

Институт	Энергетический	Кафедра	Электроснабжение промышленных предприятий (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	Капитальные вложения: 117700 руб
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30% премии 20% надбавки 16% накладные расходы 30% районный коэффициент
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	30% отчисления на социальные нужды

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 SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки: Определение структурных работ Определение трудоемкости работ Разработка графика Ганта
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Формирование бюджета затрат на научное исследование: Материальные затраты Заработная плата (основная и дополнительная) Отчисления на социальные цели Накладные расходы

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Семёнов Игорь Васильевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А36	Семёнов Игорь Васильевич

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>Работа выполняется в закрытом помещении (аудитория). Оборудованием является ЭВМ и офисная техника. Основными факторами среды являются освещение, шумы и электромагнитные поля. Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного, стихийного, экологического и социального характера</i>
2. <i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i>	<i>Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 10.07.2012) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i>	• Освещение рабочего места (аудитории) • Воздействие шума от ЭВМ и офисной техники • Электромагнитное излучение от монитора компьютера • Несоответствие параметров микроклимата (в аудитории)
2. <i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i>	• Электробезопасность
3. <i>Охрана окружающей среды:</i> <i>- анализ воздействия объекта на литосферу(отходы);</i>	<i>Бытовые отходы. Отходы, образующиеся при поломке ПЭВМ.</i>
4. <i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</i>	<i>Наиболее вероятным ЧС в здании может быть пожар</i>
5. <i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i>	<i>Право на условие труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены. Эргономические требования к рабочему месту. Соц. страхование работников</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., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Семёнов Игорь Васильевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 145 с., 21 рис., 58 табл., 29 источников, 5 прил.

Ключевые слова: электроснабжение, трансформатор, высоковольтное оборудование, выбор распределительных пунктов, низковольтные линии, потери напряжения, карта селективности, картограмма электрических нагрузок, расчет минимального режима.

Объектом исследования является: система электроснабжения шпалопропиточного завода в целом и цеха по ремонту оборудования в частности.

Цель работы – спроектировать систему электроснабжения шпалопропиточного завода, отвечающую современным требованиям надежности, безопасности электроснабжения, экономичности и обеспечивающую потребителей электроэнергией, соответствующего качества.

В процессе исследования проводились:

- Расчёт нагрузок цеха по ремонту оборудования.
- Определение расчетной нагрузки предприятия в целом по расчетным активным и реактивным нагрузкам цехов с учетом расчетной нагрузки освещения цехов и территории предприятия, потерь мощности в трансформаторах цеховых подстанций, ГПП и линиях. Расчет производится отдельно для высоковольтных и низковольтных нагрузок.
- Построение картограммы электрических нагрузок с целью определения наиболее оптимального места расположения ГПП на территории предприятия.
- Расчёт схемы внутриводского электроснабжения. На данном этапе производится выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций и схемы их электроснабжения.
- Выбор напряжения питающей сети завода, сечения проводов, выбор мощности трансформаторов ГПП.

- Расчёт токов короткого замыкания в сети выше 1000В для проверки правильности выбора сечений проводников.

В результате исследования электрических нагрузок цеха по ремонту оборудования шпалопропиточного завода методом упорядоченных диаграмм были получены следующие результаты: расчетный ток составил $I_p = 522,14$ А, полная расчетная мощность равна $S_p = 343,57$ кВА. Также были определены полные расчетные мощности остальных цехов предприятия методом K_c (коэффициента спроса) и полная расчетная мощность завода с учетом высоковольтной нагрузки и освещения территории.

Все поставленные задачи согласно заданию ВКР выполнены в полном объеме.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Эффективное число ЭП (n_3) – число однородных по режиму работы и мощности ЭП, которое создает ту же самую величину расчетной нагрузки, что и группа фактических ЭП, разных по режиму работы и мощности.

Заземление – преднамеренное гальваническое соединение металлических частей электроустановки с заземляющим устройством.

В данной работе применены следующие сокращения:

ГПП – главная понизительная подстанция;

ЭП – электроприемник;

ПР – пункт распределительный;

ШР – шкаф распределительный.

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.003–83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89).

ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

НПБ 105-03. Нормы пожарной безопасности. "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности"

ПУЭ 85. Правила устройства электроустановок. Издание 6 01.01.1985

Р2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.:Госкомсанэпиднадзор, 2003.

СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

СНиП 11-2-80. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.

СНиП 23-05–95. Естественное и искусственное освещение.

Оглавление

РЕФЕРАТ	7
Введение	11
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	13
Описание технологического процесса	16
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	20
3.1 Введение	20
3.2 Организация работ технического проекта	20
3.2.1 Структура работ в рамках технического проектирования	20
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	21
3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	22
3.3 Составление сметы затрат на разработку технического проекта	24
3.3.1 Определение материальных затрат	24
3.3.2 Определение заработной платы исполнителей проекта	25
3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	26
3.3.4 Накладные расходы	26
3.3.5 Формирование сметы технического проекта	27
3.4 Анализ конкурентных технических решений	27
3.4.1 Оценка при помощи технологии QuaD	29
3.4.2 SWOT-анализ	32
3.4.3 Определение возможных альтернатив проведения	36
научных исследований	36
3.5 Определение ресурсоэффективности проекта	37
Список использованных источников	40

Введение

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается электроснабжение шпалопропиточного завода в целом и цеха по ремонту оборудования в частности. С помощью данного дипломного проекта я научился самостоятельно решать практические вопросы проектирования системы электроснабжения промышленного предприятия.

Данный завод предполагает наличие нагрузки как 2, так и 3 категории по степени надежности электроснабжения. В состав завода входят различные цеха, каждый выполняет свою роль, поставленную администрацией предприятия в соответствии с технологическим процессом. Производство продукции осуществляется посменно, большинство цехов работает в 2 смены по 8 часов каждая.

Цель данного дипломного проекта - спроектировать систему электроснабжения шпалопропиточного завода, отвечающую современным требованиям надежности, безопасности электроснабжения, экономичности и обеспечивающую потребителей электроэнергией, соответствующего качества.

Для достижения поставленной цели в дипломном проекте решены следующие задачи:

1. Рассчитана нагрузка цеха по ремонту оборудования.
2. Определена расчетная нагрузка предприятия в целом по расчетным активным и реактивным нагрузкам цехов с учетом расчетной нагрузки освещения цехов и территории предприятия, потерь мощности в трансформаторах цеховых подстанций, ГПП и линиях. Расчет производится отдельно для высоковольтных и низковольтных нагрузок.
3. Построена картограмма электрических нагрузок с целью определения наиболее оптимального места расположения ГПП на территории предприятия.

4. Рассчитана схема внутризаводского электроснабжения. На данном этапе производится выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций и схемы их электроснабжения.
5. Выбрано напряжение питающей сети завода, сечения проводов, выбор мощности трансформаторов ГПП.
6. Рассчитаны токи короткого замыкания в сети выше 1000В для проверки правильности выбора сечений проводников.

На последнем этапе произведён расчет цеха по ремонту оборудования, который включает в себя: распределение приемников по пунктам питания; определение расчетных нагрузок по пунктам питания; выбор сечений питающей сети по длительно допустимой токовой нагрузке и проверка их по потере напряжения; выбор силовой распределительной сети и аппаратов защиты; построение эпюр отклонения напряжения от ГПП до наиболее мощного ЭП, расчет токов короткого замыкания в сети ниже 1000В для построения карты селективности действия защитных аппаратов.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

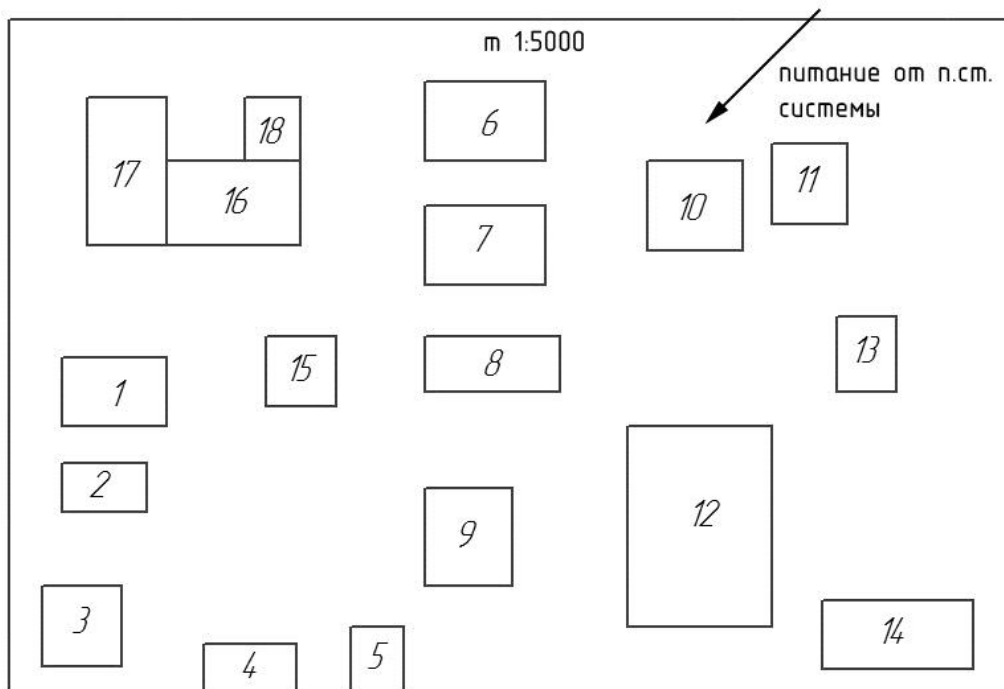


Рисунок 1.1 - Генплан шпалопропиточного завода

Сведения об электрических нагрузках шпалопропиточного завода

Таблица 1.1 – Сведения об электрических нагрузках

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт
1	Склад сырой продукции	60
2	Цех пропитки с машинным отделением	300
3	Административное здание	150
4	Транспортное хозяйство	500
5	Цех по ремонту оборудования	-
6	Пожарное депо	1500
7	Водоотчистка	
	10 кВ	4000
	0,38 кВ	250
8	Насосная	
	10 кВ	1250
	0,38 кВ	215
9	Склад антисептиков	50
10	Компрессорная	
	10 кВ	800
	0,38 кВ	1900
11	Подъездные пути	1800
12	Корпус 1	600
13	Столовая	20
14	Цех пропитки с котельной	150
15	РМЦ	250
16	Корпус2/1	150
17	Корпус2/2	60
18	Проходная	40
Длина питающей линии, км		3

Сведения об электрических нагрузках цеха по ремонту оборудования

Таблица 1.2 – Сведения об электрических нагрузках цеха по ремонту оборудования

№ п/п	наименование	Р _{уст}
		кВт
1	2	3
1-5,7,9	Токарно-винторезный станок	16
6	Высоочастотная установка	25
8	Бак для закалки	10
10-11	Токарно-винторезный станок	18
12-21,24-35	Токарный автомат	6,6
22	Шлифовальный станок	4
23	Точильношлифовальный станок	3
36-46	Токарный станок	15
47-51	Токарный станок	10
52,67	Кран-балка ПВ=25%	3
53-57	Токарно-винторезный станок	10
58	Пресс винтовой	1
59	Сварочный трансформатор ПВ=40%	1,26
60	Фрезерный станок	3,9
61	Затыловочный станок	1,5
62-63	Сверлильный станок	5
64-65	Поперечно-строгальный станок	5,5
66	Сварочный агрегат ПВ=10%	4
68-70	Токарно-револьверный станок	7,5

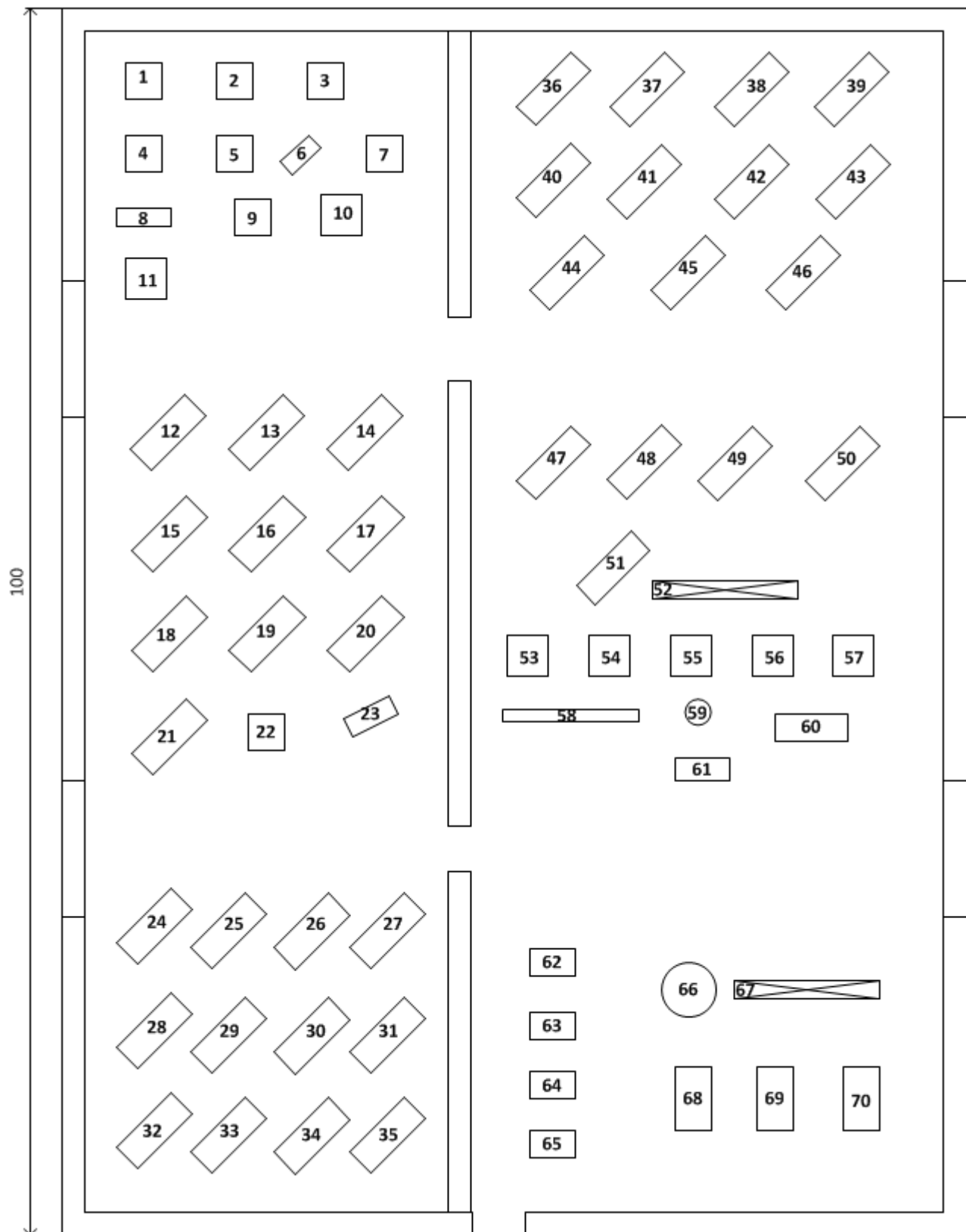


Рисунок 1.2 - Генплан цеха по ремонту оборудования

Описание технологического процесса

В целом завод состоит из 18 производственных помещений, к которым относятся производственные и вспомогательные цеха, а также административный корпус.

Характеристики внешней среды (температура, влажность, наличие взрыво- или пожароопасных зон) могут влиять не только на конструктивное исполнение оборудования, но и на выбор марок и сечений проводов, кабелей и защитной аппаратуры. Производственный процесс на проектируемом заводе характеризуется нормальными условиями, но цех пропитки с машинным отделением, цех пропитки с котельной могут быть отнесены к жарким и влажным помещениям, а также к помещениям с химически активной средой. Характеристика среды основных производственных помещений по цехам шпалопропиточного завода представлена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - Сведения об электрических нагрузках шпалопропиточного завода

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт	Характеристика среды	Категория надёжности электроснабжения
1	Склад сырой продукции	60	норм	III
2	Цех пропитки с машинным отделением	300	Жаркая, влажная	II
3	Административное здание	150	Нормальная	III
4	Транспортное хозяйство	500	Нормальная	III
5	Цех по ремонту оборудования	-	Нормальная	II
6	Пожарное депо	1500	Нормальная	III
7	Водоочистка		Нормальная	II
	10 кВ	4000		
	0,38 кВ	250		
8	Насосная		Нормальная	II
	10 кВ	1250		
	0,38 кВ	215		
9	Склад антисептиков	50	Нормальная	III
10	Компрессорная		Нормальная	II
	10 кВ	800		

Окончание таблицы 1.3

	0,38 кВ	1900		
9	Склад антисептиков	50	Нормальная	III
10	Компрессорная		Нормальная	II
	10 кВ	800		
	0,38 кВ	1900		
11	Подъездные пути	1800	Нормальная	III
12	Корпус 1	600	Нормальная	II
13	Столовая	20	Нормальная	III
14	Цех пропитки с котельной	150	Жаркая, влажная	II
15	РМЦ (ремонтно-механический цех)	250	Нормальная	III
16	Корпус2/1	150	Нормальная	II
17	Корпус2/2	60	Нормальная	II
18	Проходная	40	Нормальная	III
Длина питающей линии, км		3		

Перерыв электроснабжения электроприемников основного производства шпалопропиточного завода может привести к массовому недоотпуску продукции и простоям людей, поэтому электроприемники основного производства можно отнести ко второй категории. Вспомогательные цеха и подразделения, прямо не участвующие в создании продукции предприятия, можно отнести к третьей категории. Классификация электроприемников шпалопропиточного завода по бесперебойности электроснабжения приведена также в таблице 1.3.

На шпалопропиточном заводе в цехе водоочистки, насосной и компрессорной установлены асинхронные двигатели марки АОД-1000-8У1, ДАЗО4-400ХК-4МУ1, ДАЗО4-400Х-4МУ1 в количестве 4, 4 и 2 соответственно. Данные электродвигатели с короткозамкнутым ротором предназначены для привода насосов, вентиляторов, дымососов и других механизмов, не требующих регулирования частоты вращения, и рассчитаны для работы в продолжительном режиме от сети переменного тока частотой 50 Гц. Двигатели изготавливаются на напряжение 10 кВ и выполняются на подшипниках качения, с одним концом вала.

Выводные концы выведены в коробку выводов. Коробка выводов снабжена предохранительной мембраной и соответствует современным требованиям по стойкости к токам короткого замыкания. Степень защиты двигателей серии А - IP23. Охлаждение - в режиме самовентиляции. Изоляция обмоток двигателей термореактивная типа «Монолит - 2» класса нагревостойкости «F» по ГОСТ 8865. Предельные допускаемые превышения температуры обмоток статора, определенные методом сопротивления в продолжительном номинальном режиме работы, не должны быть более плюс 80°C. Технические характеристики двигателей АОД-1000-8У1, ДАЗО4-400ХК-4МУ1, ДАЗО4-400Х-4МУ1 приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Технические характеристики двигателя

Тип	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин	КПД, %	Cos φ	Ток статора, А	M _{макс} /M _{ном}	M _{пуск} /M _{ном}	I _{пуск} /I _{ном}
АОД-1000-8У1	1000	750	95,3	0,8	126	2,2	1,3	6
ДАЗО4-400ХК-4МУ1	315	1500	93,3	0,86	38	2,2	1,3	7
ДАЗО4-400Х-4МУ1	400	1500	93,7	0,86	47	2,2	1,3	7

Пропитка шпал, переводных и мостовых брусьев производится в соответствии с ГОСТ 20022.5 способом автоклавной пропитки - давление - давление - вакуум, с использованием антисептика ЖТК.

Пакеты лесоматериалов механизированным способом загружаются в вагонетки так, чтобы антисептик имел свободный доступ ко всем поверхностям. Вагонетки с лесоматериалами вкатывают в пропиточный цилиндр, герметически закрывают крышку и создают в нем воздушное давление 0,2 - 0,4 МПа (2 - 4 кгс/см²), которое поддерживается в течение установленного времени. Затем, при не снижающемся давлении пропиточный цилиндр заполняют предварительно нагретым в маневровом цилиндре маслом каменноугольным. Температура антисептика должна быть ниже температуры вспышки не менее, чем на 5°C.

Жидкостное давление в пропиточном цилиндре через подключенный мерник повышают до 0,8 МПа (8 кгс/см²), а при необходимости - до 1,2 МПа (12 кгс/см²) и поддерживают на этом уровне с колебаниями + 0,05 МПа (+ 0,5 кгс/см²) в течение заданного времени. Рабочее жидкостное давление для древесины хвойных пород должно быть не более 1,2 МПа (12 кгс/см²), для древесины твердых лиственных пород (береза, дуб, бук) - 1,4 МПа (14 кгс/см²). В пропиточном цилиндре осуществляют принудительную циркуляцию антисептика. Температура антисептика в период жидкостного давления соответствует 90°С. Обводнённость антисептика не превышает 5%.

По окончании выдержки лесоматериалов под жидкостным давлением антисептик сжатым воздухом удаляют из пропиточного цилиндра в маневровый. В пропиточном цилиндре снижают избыточное воздушное давление до атмосферного и в возможно короткий срок создают вакуум 0,085 МПа (650 мм рт.ст.), который поддерживают в течение предусмотренного режимом времени. Антисептик, извлеченный из древесины, за период выдержки лесоматериалов в вакууме, удаляют из пропиточного цилиндра в мерник. В пропиточном цилиндре устанавливают атмосферное давление, открывают крышку и выкатывают из цилиндра вагонетки с пропитанными лесоматериалами [14].

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Введение

Целью данного раздела является обоснование целесообразного использования технического проекта, выполняемого в рамках выпускной квалификационной работы, при этом детально рассматриваются планово-временные и материальные показатели процесса проектирования.

Поставленные цели могут быть достигнуты с помощью решения следующих задач:

Составление SWOT-анализа проектировки цеха по ремонту оборудования шпалопропиточного завода;

Планирование технико-конструкторских работ;

Определение ресурсной (ресурсосберегающей) и экономической эффективности данного проекта

3.2 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 шпалопропиточного завода.

3.2.1 Структура работ в рамках технического проектирования

Для выполнения проектирования формируем рабочую группу, в состав которой входят научный руководитель и инженер. Составляем перечень этапов и работ в рамках проведения проектирования и произведем распределение исполнителей по видам работ (таблица 3.2.1).

Таблица 3.2.1 - 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 исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель
Теоретические исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер
Обобщение и оценка результатов	6	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер совместно с научным руководителем
Оформление отчета по НИР	7	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер
	8	Публикация полученных результатов	Научный руководитель

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения работы оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используем следующую формулу [16]:

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяем продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.; $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.; $Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

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.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой [16]:

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

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле [16]:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = \frac{365}{299} = 1,48,$$

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

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году (пятидневная рабочая неделя);

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

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 3.2.4.

Таблица 3.2.4 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Исполнител и		Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел- дни		$t_{ож\ i}$, чел-дни							
	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер	Науч. рук-ль	Инженер
Составление и утверждение технического задания	1	-	2	-	1,4	-	1	-	1,4	-	2	-
Подбор и изучение материалов по теме	-	5	-	10	-	7	-	2	-	3,5	-	5
Выбор направления исследований	2	4	3	6	2,4	4,8	1	2	2,4	2,4	4	4
Календарное планирование работ по теме	1	-	2	-	1,4	-	1	-	1,4	-	2	-
Проведение теоретических расчетов и обоснований	-	10	-	15	-	12	-	2	-	6	-	9
Оценка эффективност и полученных результатов	2	5	4	10	2,8	7	1	2	2,8	3,5	4	5
Составление пояснительно й записки	-	5	-	12	-	7,8	-	2	-	3,9	-	6
Публикация полученных результатов	3	-	7	-	4,6	-	1	-	4,6	-	7	-

Итого длительность работ – 40 календарных дней.

На основе таблицы 3.2.4 строим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта, с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени написания ВКР. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Календарный план-график построенный для максимального по длительности второго варианта исполнения работ рамках научно-исследовательского проекта приведен в таблице 3.2.5.

Таблица 3.2.5 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кп} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ					
				Февраль			Март		
				1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель	2	■					
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	5	▨					
3	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер	4		■				
4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель	2		■				
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер	9		▨				
6	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер совместно с научным руководителем	5			■			
7	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер	6			▨			
8	Публикация полученных результатов	Научный руководитель	7				■		

■ - научный руководитель

▨ - инженер

3.3 Составление сметы затрат на разработку технического проекта

Смета затрат – это полный расчет затрат на создание технического проекта.

Смета затрат включает в себя:

- материальные затраты;
- полную заработную плату исполнителей технического проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

3.3.1 Определение материальных затрат

Под материальными затратами в данном случае следует понимать затраты на канцелярские товары, печать с электронных носителей. Ориентировочно принимаем величину материальных затрат равную 1500 рублей.

3.3.2 Определение заработной платы исполнителей проекта

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп},$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата; $З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-15% от $З_{осн}$).

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p$$

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_t + З_d + З_{рк}}{F_d},$$

где $З_t$ – месячный должностной оклад работника, руб.; $З_d$ – доплата за руководство расчетного проектирования; $З_{рк}$ – доплата с учетом районного коэффициента, $K_{рк}$ равный 1,3; F_d – фонд рабочего времени персонала, раб.дн.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 3.3.1.

Таблица 3.3.1 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_t$, руб	$З_{доп}$, руб	$З_{рк}$, руб	$З_m$, руб	$З_{дн}$, руб	T_p , дн	$З_{осн}$, руб
Руководитель	20389,90	2200,00	6776,90	29366,90	1129,50	22	2484,00
Инженер	8000,00	-	2400,00	10400,00	400,00	103	41200,00
Итого							66049,00

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей проекта учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн}$$

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

Расчет дополнительной заработной платы приведен в таблице 3.3.2.

Таблица 3.3.2 - Расчет дополнительной заработной платы

Исполнители	$K_{\text{доп}}$	$Z_{\text{осн}}$, руб	$Z_{\text{доп}}$, руб	$Z_{\text{эп}}$, руб
Руководитель	0,15	24849,00	3751,00	28600,00
Инженер	0,12	41200,00	5000,00	46200,00
Итого		66049,00	8751,00	74800,00

3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0.3 \cdot 74800 = 22400 \text{ руб.}$$

3.3.4 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:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{затраты на тех.проект}) \cdot k_{\text{нр}},$$

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

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16%.

3.3.5 Формирование сметы технического проекта

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

Определение сметы затрат на технический проект приведено в таблице 3.3.3.

Таблица 3.3.3 - Определение сметы затрат на технический проект

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Структура затрат, %
1. Материальные затраты	1,50	1
2. Затраты по заработной плате исполнителей проекта	74,80	64
3. Отчисления во внебюджетные фонды	22,60	19
4. Накладные расходы	18,80	16
Итого	117,70	100

В ходе выполнения данного подраздела была рассчитана продолжительность выполнения технического проекта, которая составляет 103 раб. дней для инженера и 22 для руководителя. Составлен календарный график выполнения работ.

Смета затрат на разработку технического проекта составляет 117,70 тыс. руб, из которых более половины (64%) составляют затраты на оплату труда.

Результаты проекта оказались ожидаемы и могут быть реализованы.

3.4 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны и разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

1. технические характеристики разработки;
2. конкурентоспособность разработки;
3. уровень завершенности научного исследования (наличие макета,
4. прототипа и т.п.);
5. бюджет разработки;
6. уровень проникновения на рынок;
7. финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Для этого составим таблицу 3.4.1, где пронумеруем рассматриваемые варианты.

Таблица 3.4.1 - Варианты цеховых трансформаторов

Номер варианта	Тип цехового трансформатора
1	Автотрансформаторы
2	Измерительные трансформаторы
3	Импульсные трансформаторы
4	Пик-трансформаторы

Автотрансформаторы – устройства, обмотки которого соединены гальванически между собой. Благодаря малым коэффициентам трансформации, автотрансформаторы имеют меньшие габариты и стоимость оп сравнению с многообмоточными. Из недостатков необходимо отметить невозможность гальванической изоляции цепей.

Измерительные трансформаторы – электротехнические устройства, предназначенные для изменения уровня напряжения с высокой точностью трансформации.

Импульсный трансформатор - это устройство с ферромагнитным сердечником, используемый для изменения импульсов тока или напряжения.

Пик-трансформатор - устройство, изменяющее напряжение синусоидальной формы в импульсное напряжение с изменяющейся через каждые полпериода полярностью.

3.4.1 Оценка при помощи технологии QuaD

Технология оценки QUAD (качественный советник) 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. По своему содержанию данный инструмент близок к методике оценки конкурентных технических решений, описанных в разделе 1.2.

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 рекомендуется оценку проводить в табличной формы (таблица 3.4.2).

Таблица 3.4.2 - Оценка по технологии QuaD

Критерий	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,15	70	100	0,7	0,105
2. Надёжность	0,2	70	100	0,7	0,14
3. Унифицированность	0,08	100	100	1	0,08
4. Простота обслуживания	0,05	90	100	0,9	0,045
5. Безопасность	0,2	75	100	0,75	0,15
6. Расход материалов	0,05	70	100	0,7	0,035
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
7. Конкурентоспособность	0,1	95	100	0,95	0,095
8. Перспективность	0,07	80	100	0,8	0,056
9. Цена	0,1	95	100	0,95	0,095
Итого	1				0,801

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

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i;$$

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

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} позволяет судить о перспективах разработки данного трансформатора. В нашем случае имеем, что $P_{cp} = 0,801 \cdot 100\% = 80,1\%$. Что демонстрирует перспективность работы в данном направлении.

Так, на пример, в настоящее время в ряде стран (США, Германии, Франции, Дании, Японии, России и Китае) освоено или подготовлено промышленное производство ВТСП материалов, пригодных для создания и производства некоторых видов электротехнического оборудования, в частности, автотрансформаторов. Актуальность разработки обусловлена необходимостью снижения потерь электроэнергии при её передаче и преобразовании. Другим побудительным фактором применения ВТСП материалов являются растущие требования к уменьшению размеров электрооборудования и соответствующему уменьшению занимаемых площадей, что особенно существенно в условиях города. Кроме того, ВТСП трансформатор будет обладать большей удельной мощностью. С учётом международного опыта ВЭИ совместно с другими научно исследовательскими и производственными предприятиями отрасли предполагает в 2007-2012 гг. разработать ВТСП трансформатор мощностью 1000 кВ А, содержащий обмотки, охлаждаемые до уровня температур жидкого азота, и магнитопровод, находящийся в тепловом контакте с окружающей средой. Из основных экономических, эксплуатационных и экологических преимуществ создаваемого на основе ВТСП трансформатора следует назвать: меньшие нагрузочные потери (на 70-90%), массу и размеры по сравнению с обычными трансформаторами; отсутствие теплового старения изоляции; меньшая опасность

для окружающей среды благодаря замене масла экологически чистым и дешёвым жидким азотом.

3.4.2 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. Дадим трактовку каждому из этих понятий.

1. Сильные стороны. Сильные стороны – это факторы, характеризующие конкурентоспособную сторону научно-исследовательского проекта. Сильные стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть отличительное преимущество или особые ресурсы, являющиеся особенными с точки зрения конкуренции.

2. Слабые стороны. Слабость – это недостаток, упущение или ограниченность научно-исследовательского проекта, которые препятствуют достижению его целей. Это то, что плохо получается в рамках проекта или где он располагает недостаточными возможностями или ресурсами по сравнению с конкурентами.

3. Возможности. Возможности включают в себя любую предпочтительную ситуацию в настоящем или будущем, возникающую в условиях окружающей среды проекта, например, тенденцию, изменение или предполагаемую потребность, которая поддерживает спрос на результаты проекта.

4. Угроза представляет собой любую нежелательную ситуацию, тенденцию или изменение в условиях окружающей среды проекта, которые имеют разрушительный или угрожающий характер для его конкурентоспособности в настоящем или будущем. В качестве угрозы может выступать барьер,

ограничение или что-либо еще, что может повлечь за собой проблемы, разрушения, вред или ущерб, наносимый проекту.

Первый этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Возможно использование этой матрицы в качестве одной из основ для оценки вариантов стратегического выбора. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-» (Таблица 3.4.3).

Таблица 3.4.3 - Интерактивная матрица сильных сторон и возможностей проекта.

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4
	B1	+	+	+	0
	B2	-	+	+	+
	B3	-	+	+	-
	B4	-	0	+	-

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей, или слабых сторон и возможностей и т.д. В нашем случае это: B1C1, B4C3, B2C4. Каждая из записей представляет собой направление реализации проекта.

В случае, когда несколько возможностей сильно коррелируют с одними и теми же сильными сторонами, с большой вероятностью можно говорить об их единой природе. Это: B1C1C2C3, B2B3C2C3, B2C2C3C4.

Таблица 3.4.4 - Интерактивная матрица слабых сторон и возможностей проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	В1	-	-	-
	В2	+	-	+
	В3	+	0	+
	В4	-	+	-

Корреляции: В2В3СЛ1СЛ3, В4Сл2

Таблица 3.4.5 - Интерактивная матрица сильных сторон и угроз проекта

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4
	У1	+	-	-	+
	У2	-	+	-	-

Корреляции: У1С1С4, У2С2

Таблица 3.4.6 - Интерактивная матрица слабых сторон и угроз проекта

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	+	-
	У2	-	-	-

Корреляции: У1Сл2

В рамках второго этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая учитывает сочетание возможностей с сочетанием (корреляцией) сильных сторон.

Таблица 3.4.7 - Результаты SWOT анализа

	Сильные стороны проекта: С1: Простое устройство С2: Меньший расход меди С3: Более высокий КПД С4: Меньшие потери в обмотках и стали магнитопровода	Слабые стороны проекта: Сл1: Необходимость выполнения изоляции обмоток на большее напряжение Сл2: Гальваническая связь между первичной и вторичной цепями Сл3: Высокие потенциалы грозовых перенапряжений на холостом вводе
Возможности проекта В1: Преобразование переменного напряжения В2: Возможность отсутствия магнитопровода при работе на высоких и сверхвысоких частотах В3: Плавное регулирование напряжения В4: Возможность существенного уменьшения массы и, как следствие, сокращения издержек на доставку	B1C1C2C3, B2B3C2C3, B2C2C3C4C5	B2B3CЛ1CЛ3, B4CЛ2
Угрозы проекта У1: Наличие гальванической связи может привести к несчастным случаям на производстве У2: Развитая конкуренция со стороны трансформаторов с большим сопротивлением короткого замыкания	У1C1C4, У2C2	У1CЛ2CЛ3

3.4.3 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

В предыдущем разделе были описаны методы, которые позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. Однако в большей степени все приведенные методы ориентированы на совершенствование результатов научного исследования, находящегося на стадии создания макета, модели системы, прототипа, конечного продукта.

Воспользуемся морфологическим подходом, который основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес.

Реализация метода предусматривает следующие этапы.

Точная формулировка проблемы исследования.

В нашем случае проблемой исследования является нахождение наиболее приемлемого варианта трансформатора, который бы соответствовал требованиям по электробезопасности и надежности и при этом обладал бы необходимыми магнитными характеристиками и параметрами работы. При этом нельзя забывать и о проблеме энергоэффективности. Выбранный трансформатор должен обладать минимальным уровнем потерь электроэнергии и не терять своих эксплуатационных свойств и через 10-15 лет работы, что является достаточно важным фактором.

Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования.

В качестве морфологических характеристик рассмотрим:

1. Назначение
2. Способ установки
3. Тип изоляции обмоток

4. Конфигурация магнитопровода

5. Частота работы трансформатора

Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике.

Таблица 3.4.8 - Морфологическая матрица для трансформатора

	1	2	3	4
А: Назначение	Измерительные тока	Измерительные напряжения	защитные	лабораторные
Б: Способ установки	наружные	внутренние	шинные	стационарные
В: Тип изоляции обмоток	сухая	компаунд	бумажно-маслянная	электротехнический фарфор
Г: Конфигурация магнитопровода	стержневые	броневые	тороидальные	смешанные
Д: Частота работы	пониженная	промышленная	Повышенная промышленная	высокая

Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений. На этом этапе описываются возможные варианты решения поставленной проблемы с позиции ее функционального содержания и ресурсосбережения. Для данной матрицы это могут быть следующие варианты:

1) А2Б3В4Г1Д1

2) А3Б2В1Г3Д4

3) А4БВ3Г2Д1

3.5 Определение ресурсоэффективности проекта

Определение ресурсоэффективности технического проекта 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, устанавливаем экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Выберем критерии оценивания и оценим их по 5-и бальной шкале. Определим интегральный показатель, с помощью которого сделаем вывод об эффективности использования технического проекта.

Оценочные критерии для расчета интегрального показателя ресурсоэффективности приведены в таблице 3.5.1.

Таблица 3.5.1 - Оценочные критерии проекта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Интегральный показатель ресурсоэффективности			
		№1	№2	№3	№4	I_{p1}	I_{p2}	I_{p3}	I_{p4}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности									
1. Надёжность	0,2	4	5	3	3	0,8	1	0,6	0,6
2.Легкость эксплуатации	0,1	5	3	2	3	0,5	0,3	0,2	0,3
3. Безопасность	0,2	4	4	3	5	0,8	0,8	0,6	1
4. Лёгкость монтажа	0,05	5	4	3	3	0,25	0,2	0,15	0,15
1. Цена	0,15	5	3	3	2	0,75	0,45	0,45	0,3
2. Затраты на монтаж и установку	0,05	4	4	3	3	0,2	0,2	0,15	0,15
3. Затраты на обслуживание и ремонт	0,07	5	4	3	4	0,35	0,28	0,21	0,28
4. Сроки эксплуатации	0,1	4	3	3	4	0,4	0,3	0,3	0,4
5.Затраты, связанные с потерями электроэнергии	0,08	3	4	3	4	0,24	0,32	0,24	0,32
Итого	1	39	33	26	33	4,29	3,65	2,9	3,9

Пример расчета интегрального показателя ресурсоэффективности для трансформатора:

$$I_{p1} = 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,05 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,05 \cdot 4 + 0,07 \cdot 5 + \\ + 0,1 \cdot 4 + 0,08 \cdot 3 = 4,29.$$

По данным оценочной карты наиболее перспективным вариантом является вариант № 1 – автотрансформатор.

К преимуществам автотрансформаторов перед другими типами трансформаторов можно отнести более простое устройство, меньший расход меди, более высокий кпд, меньшие потери в обмотках и стали магнитопровода. Это объясняется тем, что в автотрансформаторе энергия из первичной сети во вторичную частично передается по электрической связи. Уязвимость остальных вариантов в первую очередь выражается в сложности конструкции и более высокой стоимости.

Вывод по разделу

Таким образом, выполнив поставленные задачи по данному разделу, можно сделать следующие выводы:

- при планировании технических работ был разработан график занятости для исполнителей проекта, составлена ленточная диаграмма Ганта, которая позволяет оценить и лучше спланировать рабочее время исполнителей;
- составлена смета технического проекта, которая позволила оценить первоначальный бюджет затрат на реализацию технического проекта.
- оценка ресурсоэффективности проекта, проведенная по интегральному показателю, показала вариант №1 наиболее ресурсоэффективным (4,29 по 5-бальной шкале).

Реализация данного технического проекта позволяет увеличить эффективность производства, как социальную, путем улучшения безопасности, так и ресурсосберегающую, путем внедрения более универсального, но не менее надежного оборудования, требующего меньше затрат при эксплуатации.

Список использованных источников

1. Сумарокова Л.П., Электроснабжение промышленных предприятий. Учеб. Пособие. - Томск: ТПУ, 2012. – 288 с.
2. Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения: Справочные материалы по электрооборудованию: Учеб. пособие / Том. политехн. ун-т. – Томск, 2005. – 168 с.
3. Рожкова Л.Д., Козулин В.С., Электрооборудование станций и подстанций. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 646 с.
4. Гаврилин А.И., Обухов С.Г., Озга А.И., Электроснабжение промышленных предприятий. Методические указания к выполнению выпускной работы бакалавра. – Томск: ТПУ, 2001 – 93 с.
5. Мельников М. А. Внутривзаводское электроснабжение: Учеб. пособие. – Томск:Изд. ТПУ, 2004. – 180 с.
6. Справочник по проектированию электрических сетей/Под ред. Д.Л. Файбисовича. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. – 352 с.: ил.
7. Кабышев А.В., Электроснабжение объектов Ч.1 Расчет электрических нагрузок, нагрев проводников и электрооборудования. Учеб.пособие / Том. политехн. ун-т. – Томск, 2007. – 185 с.
8. Правила устройства электроустановок [Текст]: Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. – Новосибирск: Сиб. Унив. Изд-во, 2009. – 853 с., ил.
9. СТО 56947007-29.240.30.010-2008. Схемы принципиальные электрические Распределительных устройств подстанций 35-750 КВ. Типовые решения. Дата введения-2007-12-20.
- 10.Кабышев А.В., Компенсация реактивной мощности в электроустановках промышленных предприятий: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 234 с.
- 11.Кабышев А.В., Тарасов Е.В., Низковольтные автоматические выключатели: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 346 с.

12. Кабышев А.В., Электроснабжение объектов. Ч. 2. Расчет токов короткого замыкания в электроустановках до 1000 В: учебное пособие / А.В. Кабышев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009 – 168 с.
13. Тарасов Е.В., Монтаж, наладка, эксплуатация электрооборудования. Часть I. Воздушные и кабельные линии электропередачи: учебное пособие/ Е.В. Тарасов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. - 151 с.
14. Электронный ресурс – Шпалысибири [Режим доступа: <http://Шпалысибири.рф>]-Дата обращения 14.05.2017.
15. Электронный ресурс – energozapad [Режим доступа: <http://energozapad.ru>] Дата обращения 11.03.2017.
16. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М. : Изд-во стандартов., 1980.
17. Безопасность труда при работе на персональных компьютерах: метод. указ. к выполнению дипломного проекта / Л.А. Моссоулина – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2012. 28 с.: ил.
18. СанПиН 2.2.2/2.4.548-98 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам». – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
19. СН 2.2.4/2.1.8.562–96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки" (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996 г. N 36).
20. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
21. ГОСТ Р 50923-96 Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения. – М.: Изд-во Госстандарта России, 1996.
22. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы.

- 23.СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»
- 24.ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
- 25.Правила устройства электроустановок. – СПб.: Изд-во ДЕАН, 2001. – 928 с.
- 26.ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
- 27.Охрана окружающей среды. Под ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 1991.
- 28.Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
- 29.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.