

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

Институт Энергетический (ЭНИИ)

Направление подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование системы электроснабжения завода по ремонту погружных установок для добычи нефти

УДК 621.31.031:622.276.53

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Фролова Ирина Сергеевна		

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
Старший преподаватель	Потехина Н.В.	старший преподаватель		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2017 г.

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

Институт Энергетический (ЭНИИ)

Направление подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. зав. кафедрой ЭПП

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
5А3Д	Фроловой Ирине Сергеевне

Тема работы:

Утверждена приказом директора (дата, номер)	15.02.2017, № 969/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

- генплан завода;
- сведения об электрических нагрузках отдельных цехов;
- генплан цеха;
- сведения об электрических нагрузках по отдельным электроприемникам.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</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"> - 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.
--	---

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - генплан предприятия с картограммой нагрузок; - схема силовой сети предприятия; - схема электрическая принципиальная выше 1000В; - схема силовой сети цеха; - электроснабжение цеха; - однолинейная схема; - этюра отклонения напряжения; - карта селективности.
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

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

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

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

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
5А3Д	Фролова И.С		

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)
06.02.2017	<i>Выбор схемы электроснабжения цеха. Расчет электрических нагрузок цеха. Определение расчетных электрических нагрузок по цехам и по заводу в целом.</i>	10
20.02.2017	<i>Построение картограммы и определение условного центра электрических нагрузок, зоны рассеяния условного центра электрических нагрузок. Выбор числа и мощности трансформаторов ГПП. Выбор и проверка питающих линий ГПП.</i>	15
03.03.2017	<i>Выбор количества, мощности и расположения цеховых трансформаторных подстанций с учетом компенсации реактивной мощности. Выбор и проверка внутризаводских линий. Расчет потерь в КТП и внутризаводских линиях. Расчет токов КЗ выше 1 кВ. Проверка внутризаводских линий по токам КЗ.</i>	15
15.03.2017	<i>Выбор и проверка высоковольтного оборудования.</i>	10
30.03.2017	<i>Выбор и проверка аппаратов защиты. Выбор распределительных пунктов в сети ниже 1000В. Выбор и проверка низковольтных линий от КТП до отдельного ЭП.</i>	15
10.04.2017	<i>Проверка внутрицеховой сети по потерям напряжения. Построение эпюр отклонения напряжения от ГПП до наиболее мощного и удаленного ЭП. Расчет токов короткого замыкания в сети ниже 1000 В. Построение карты селективности действия защитных аппаратов.</i>	15
17.04.2017	<i>Оформление результатов и выводов по работе</i>	10
10.05.2017	<i>Разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</i>	5
18.05.2017	<i>Разработка раздела «Социальная ответственность»</i>	5

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

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

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А3Д	Фроловой Ирине Сергеевне

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭПП
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя - 26300 руб. Оклад инженера - 17000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премиальный коэффициент 30%; Доплаты и надбавки 20%; Дополнительной заработной платы 15%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 27,1 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценочная карта конкурентных технических решений
2. Оценочная карта для QuaD
3. График Ганта
4. Бюджет затрат НИИ

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А3Д	Фролова Ирина Сергеевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 5А3Д	ФИО Фроловой Ирине Сергеевне
----------------	---------------------------------

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. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Работа выполняется в закрытом помещении (аудитория) на персональном компьютере.
2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме.	1. Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»; 2. Федеральный закон от 28.12.2013 г. №426 – ФЗ. "О специальной оценке условий труда".

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

3. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	В качестве основных вредных факторов проектируемой производственной среды было решено рассмотреть воздействие шума, освещения, электромагнитного излучения, несоответствие параметров микроклимата.
4. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	В качестве основных опасных факторов была выявлена электробезопасность.
3. Экологическая безопасность: – Анализ воздействия объекта на атмосферу; – Разработка решения по обеспечению экологической безопасности	Бытовые отходы. Отходы, образующиеся при поломке ПЭВМ.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	Наиболее вероятная ЧС – пожар в здании.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Эргономические требования к рабочему месту. Социальное страхование работников.

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
5А3Д	Фролова Ирина Сергеевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 126 страниц, 18 рисунков, 43 таблицы, 20 источников, 10 приложений.

Ключевые слова: расчетная нагрузка, центр нагрузок, картограмма нагрузок, выбор трансформаторов, компенсация мощности, выбор оборудования, проверка оборудования, эпюра, карта селективности, однолинейная схема, ресурсоэффективность, социальная ответственность.

Объектом исследования является цех производства кабельной продукции завода по ремонту погружных установок для добычи нефти.

Цель работы – проектирование системы электроснабжения завода по ремонту погружных установок для добычи нефти.

В процессе исследования производилось определение расчетных электрических нагрузок цехов и предприятия в целом на основе исходных данных, выбор и проверка высоковольтного и низковольтного оборудования, оценка экономической эффективности проекта и охрана труда.

В результате исследования была рассчитана система электроснабжения завода с детальной проработкой цеха производства кабельной продукции, оценен ее технический и экономический потенциал.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: предприятие включает в себя 12 цехов, 6 из которых относятся ко II категории по надежности электроснабжения, а 6 – к III. Производственная среда помещений характеризуется как нормальная. Питание завода электроэнергией осуществляется от линии 35 кВ, номинальное напряжение внутривозводской сети – 10 кВ, напряжение внутрицеховой сети – 380 В. Схема внутривозводской сети – радиальная, внутрицеховой сети – смешанная.

Оглавление

Введение.....	11
1. Исходные данные.....	12
2. Расчетная часть.....	14
2.1. Выбор схемы электроснабжения цеха. Расчет электрических нагрузок цеха.....	14
2.2. Определение расчетных электрических нагрузок по цехам и по заводу в целом.....	17
2.3. Построение картограммы и определение условного центра электрических нагрузок, зоны рассеяния условного центра электрических нагрузок.....	19
2.4. Выбор числа и мощности трансформаторов ГПП.....	22
2.5. Выбор и проверка питающих линий ГПП.....	23
2.6. Выбор количества, мощности и расположения цеховых трансформаторных подстанций с учетом компенсации реактивной мощности.....	24
2.7. Выбор и проверка внутризаводских линий.....	33
2.8. Расчет потерь в КТП и внутризаводских линиях.....	37
2.9. Расчет токов КЗ выше 1 кВ. Проверка внутризаводских линий по токам КЗ.....	38
2.10. Выбор и проверка высоковольтного оборудования.....	45
2.11. Выбор и проверка аппаратов защиты	52
2.12. Выбор распределительных пунктов в сети ниже 1000В.....	57
2.13. Выбор и проверка низковольтных линий от КТП до отдельного ЭП...57	
2.14. Проверка внутрицеховой сети по потерям напряжения. Построение эпюр отклонения напряжения от ГПП до наиболее мощного и удаленного ЭП.....	60
2.15. Расчет токов короткого замыкания в сети ниже 1000 В.....	71
2.16. Построение карты селективности действия защитных аппаратов.....	75

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	77
3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	77
3.1.1. Анализ конкурентных технических решений.....	77
3.1.2. Технология QuaD.....	80
3.2. Планирование научно-исследовательских работ.....	82
3.2.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	82
3.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....	83
3.2.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	84
3.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	87
3.3.1. Расчет материальных затрат НТИ.....	87
3.3.2. Зарплата исполнителей темы.....	87
3.3.3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	88
3.3.4. Отчисления во внебюджетные фонды.....	88
3.3.5. Накладные расходы.....	91
3.3.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	91
3.4. Определение ресурсной эффективности исследования.....	92
4. Социальная ответственность.....	94
4.1. Производственная безопасность.....	94
4.1.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	94
4.1.2. Производственная санитария.....	95
4.1.3. Техника безопасности.....	103
4.2. Экологическая безопасность.....	105
4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	105
4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	108
Заключение.....	111

Список использованных источников.....	113
Приложение А.....	114
Приложение Б.....	115
Приложение В.....	117
Приложение Г.....	119
Приложение Д.....	120
Приложение Е.....	121
Приложение Ж.....	122
Приложение К.....	124
Приложение Л.....	125
Приложение М.....	126

Введение

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается проектирование системы электроснабжения завода по ремонту погружных установок для добычи нефти с детальной проработкой цеха производства кабельной продукции. Целью работы является проверка усвоения изученных дисциплин, а также принятие самостоятельных решений по вопросам, возникающим в процессе проектирования.

Нагрузки предприятия относятся ко II и III категориям. Предприятие включает в себя 12 цехов, 6 из которых относятся ко II категории по надежности электроснабжения, а 6 – к III. Производственная среда помещений характеризуется как нормальная.

Проектирование включает в себя следующие основные этапы:

1. Определение расчетной мощности цеха производства кабельной продукции и по заводу в целом.
2. Определение центра электрических нагрузок, построение картограммы нагрузок. Выбор места установки ГПП.
3. Выбор трансформаторов ГПП и линии, питающей ее.
4. Проработка схемы внутризаводского электроснабжения.
5. Выбор высоковольтного оборудования.
6. Проработка схемы внутрицехового электроснабжения.

Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» предусматривает сравнительную оценку проекта. Также рассматриваются организационные вопросы, в частности распределение ролей участников проекта и временной график выполнения работы. Оцениваются затраты на осуществление исследования, ресурсная и финансовая эффективность проекта.

Раздел «Социальная ответственность» предусматривает анализ факторов, отрицательно влияющих на рабочий процесс инженера-проектировщика, а также анализ чрезвычайных ситуаций на рабочем месте.

1 Исходные данные

Таблица 1.1 - Ведомость электрических нагрузок по цехам

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт
1	Цех производства ПЭД	700
2	Автотранспортный цех	390
3	Ремонтный цех	490
4	Инструментальный	400
5	Сварочный цех	500
6	Цех производства кабельной продукции	-
7	Вспомогательный цех	620
8	Инструментально механический	1250
9	Контора управления	130
10	Склад готовой продукции	85
11	Столовая	510
12	КПП	60

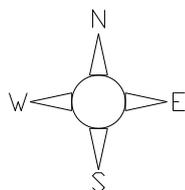
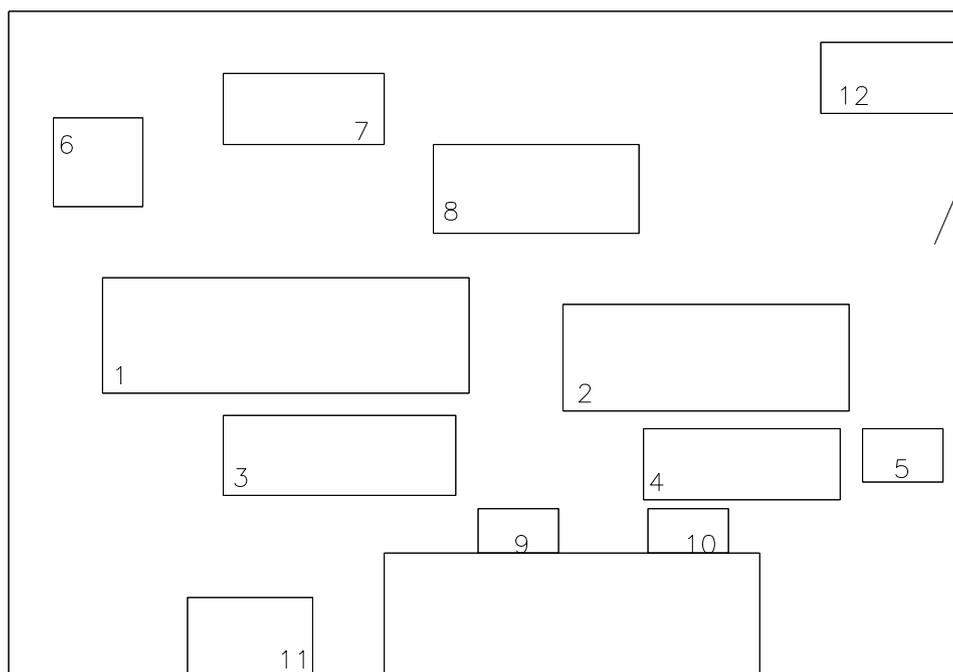


Рисунок 1.1 – План предприятия

Таблица 1.2 - Сведения об электрических нагрузках кабельной продукции цеха

№	кол-во	Наименование электрооборудования	P _н кВт
1-4	4	Вымотка приемная	17.5
5, 6	2	Тянущее устройство	9
7, 8	2	Установка сушки полиэтилена	68.5
9-12	4	Вымотка отдающая	17
13-15	3	Экструдер	19
16-18	3	Бронировочная машина	14
19-23	5	Установка мойки полиэтилена	12
24, 25	2	Острильно - затяжной станок ПВ 25%	19.25
26,27	2	Сварочная машина для проводов ПВ 25%	8
28,29	2	Нагреватель воды	7
30,31	2	Машина контактной сварки ПВ 40%	60
32,33	2	Кран-балка ПВ 25%	10
35-38	4	Вентилятор	7
39	1	Кран-балка ПВ 40%	21

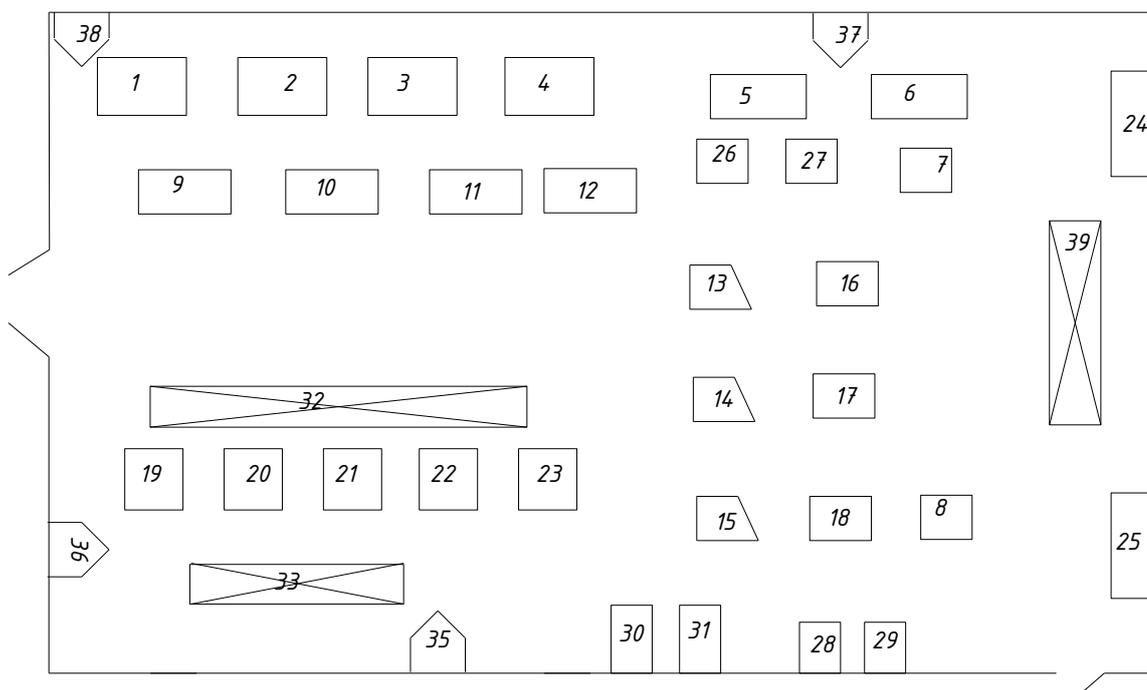


Рисунок 1.2 - План цеха

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В настоящее время при разработке какого-либо нового технического решения, большое внимание уделяется конкурентоспособности разработки. Этот критерий зачастую зависит не столько от более совершенных технических параметров объекта, а сколько от экономической и ресурсной эффективности исследования. От оценки экономических факторов зависит поиск источников финансирования проекта, а также его спрос на рынке.

Целью данного раздела является оценка конкурентоспособности и потенциала проектирования электроснабжения завода по ремонту погружных установок для добычи нефти. Осуществление цели решается рядом задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение бюджета научно-технического исследования.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений позволяет определить достоинства и недостатки различных конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности, а также пути ее повышения.

В качестве разрабатываемых вариантов будем рассматривать выполнение схемы внутривозовского электроснабжения тремя разными марками кабелей: алюминиевые ААШв, АПвП и медные ПВ.

Вариант №1

Таблица 3.1.1.1

Номер линии	Назначение линии	Длина линии l, м	Марка и сечение кабеля, S, мм ²	Удельная стоимость, у.е./м
КЛ-1	ГПП-ТП-1	8,7	ААШВ-3х25	150
КЛ-2	ГПП-ТП-2	1,2	ААШВ-3х25	150
КЛ-3	ГПП-ТП-3	99	ААШВ -3х25	150
КЛ-4	ГПП-ТП-4	181	ААШВ -3х25	150
КЛ-5	ГПП-ТП-5	5,8	ААШВ -3х50	270

Вариант №2

Таблица 3.1.1.2

Номер линии	Назначение линии	Длина линии l, м	Марка и сечение кабеля, S, мм ²	Удельная стоимость, у.е./м
КЛ-1	ГПП-ТП-1	8,7	АПВП-3х25	190
КЛ-2	ГПП-ТП-2	1,2	АПВП-3х25	190
КЛ-3	ГПП-ТП-3	99	АПВП-3х25	190
КЛ-4	ГПП-ТП-4	181	АПВП-3х25	190
КЛ-5	ГПП-ТП-5	5,8	АПВП-3х50	280

Вариант №3

Таблица 3.1.1.3

Номер линии	Назначение линии	Длина линии l, м	Марка и сечение кабеля, S, мм ²	Удельная стоимость, у.е./м
КЛ-1	ГПП-ТП-1	8,7	ПвП-3х16	230
КЛ-2	ГПП-ТП-2	1,2	ПвП-3х16	230
КЛ-3	ГПП-ТП-3	99	ПвП-3х16	230
КЛ-4	ГПП-ТП-4	181	ПвП-3х16	230
КЛ-5	ГПП-ТП-5	5,8	ПвП-3х35	307

Подсчитаем суммарные затраты на приобретение каждой из разработок. Результаты представлены в таблице 3.1.1.4.

Таблица 3.1.1.4

№ варианта	1	2	3
Стоимость, у.е.	45051	56705	68458

Анализ проведем с помощью оценочной карты (таблица 3.1.1.5). Для этого используем три различных варианта конкурентных разработок, приведенных выше.

В таблице имеются две ключевые позиции: вес критерия и бал. Величина веса критерия определяется важностью того или иного фактора и в сумме должен составлять единицу. В электроэнергетике самыми главными критериями являются надежность оборудования и его цена.

Баллы определяются по пятибалльной системе в зависимости от технических и экономических характеристик разработок. Кратко опишем их для каждого из кабелей.

Кабель ААШв – кабель с алюминиевыми жилами и бумажной пропитанной изоляцией. Материал жил экономичен, однако запрещен к применению во взрывоопасных помещениях. Материал изоляции не позволяет прокладывать кабель на трассах с большими углами поворота и вертикальных участках, т.к. пропитка бумажной изоляции имеет свойство стекать, и кабель не обеспечивает необходимый уровень изоляции и подлежит замене.

Кабель АПвП - кабель с алюминиевыми жилами и поливинилхлоридной изоляцией. Кабель более гибкий по сравнению с ААШв и разрешен к применению на вертикальных участках кабельной линии.

Кабель ПвП - кабель с медными жилами и поливинилхлоридной изоляцией. Материал жил пожаро- и взрывобезопасен, но гораздо дороже алюминия.

Таблица 3.1.1.5. Оценочная карта конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б ₁	Б ₂	Б ₃	К ₁	К ₂	К ₃
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Надежность	0,25	3	4	4	0,75	1	1
2. Удобство в эксплуатации	0,05	2	3	3	0,1	0,15	0,15
3. Безопасность в эксплуатации	0,10	3	3	4	0,3	0,3	0,4
4. Удобство монтажа	0,05	2	3	3	0,1	0,15	0,15
5. Потери электроэнергии	0,05	4	3	4	0,2	0,15	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,30	4	3	1	1,2	0,9	0,3
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,10	3	4	4	0,3	0,4	0,4
3. Затраты на монтаж	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
4. Затраты на обслуживание	0,05	2	3	3	0,1	0,15	0,15
Итого	1	27	30	31	3,25	3,4	2,95

Конкурентоспособность научной разработки определяется по формуле:

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

где V_i – вес критерия (в долях единицы); B_i – балл критерия.

Пример расчета для кабеля ААШв:

$$K = \sum V_i \cdot B_i = 0,25 \cdot 3 + 0,05 \cdot 2 + 0,10 \cdot 3 + 0,05 \cdot 2 + 0,05 \cdot 4 = 3,25$$

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что конкурентоспособность относительно других вариантов выше у кабеля АПвП (варианта 2).

Но данная разработка имеет слабые стороны относительно других конкурентных решений, такие как: суммарная стоимость, безопасность в эксплуатации и потери энергии.

3.1.2 Технология QuaD

Данный метод схож с предыдущим, он позволяет выявить положительные и отрицательные аспекты технического решения, перспективы его развития, что позволяет сделать правильный выбор при инвестировании денежных средств в строительство.

Будем рассматривать наиболее конкурентоспособную разработку, определенную в предыдущем пункте и определим средневзвешенное значение перспективности данного решения.

Баллы проставляются по 100-балльной шкале на основе тех же соображений, что и в предыдущем пункте.

Таблица 3.1.2.1- Оценочная карта для QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Долговечность	0,25	80	100	0,8	0,2
2. Унифицированность	0,05	100	100	1	0,05
3. Материалоемкость	0,05	75	100	0,75	0,0375
4. Ремонтпригодность	0,10	85	100	0,85	0,085
5. Энергоэффективность	0,05	90	100	0,9	0,045
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Финансовая эффективность	0,30	70	100	0,7	0,21
2. Конкурентоспособность	0,05	75	100	0,75	0,0375
3. Послепродажное обслуживание	0,10	65	100	0,65	0,065
4. Перспективность разработки	0,05	80	100	0,8	0,04
Итого	1	-	-	-	0,77

Средневзвешенное значение показателя качества и перспективности технического решения определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i = 0,77 \cdot 100\% = 77\%,$$

где V_i – вес критерия; B_i – средневзвешенное значение критерия.

Т.к. $P_{cp}=77\%$ лежит в диапазоне от 79 до 60 – то перспективность рассматриваемого варианта выше среднего.

Повысить перспективность данной разработки можно, улучшив наиболее весомые показатели: долговечность, ремонтпригодность, финансовую эффективность, послепродажное обслуживание.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

Данный этап позволяет наглядно понять структуру исследования, распределение ролей между участниками проекта и длительность каждого этапа. Календарный план (график Ганта) показывает конкретное время начала и окончания работ.

Составление комплекса работ по осуществлению НТИ производится в следующем порядке:

- определение этапов работ;
- распределение исполнителей на каждый этап работ;
- определение продолжительности каждого этапа;
- построение графика Ганта.

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

В таблице 3.2.1.1 приведен перечень работ и исполнителей в рамках исследования. За исполнителей принимаем научного руководителя проекта и инженера (студента-дипломника).

Таблица 3.2.1.1 - Перечень работ и исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение задания на ВКР	Руководитель
Выполнение ВКР			
Выбор способа расчета и его планирование	2	Изучение задания и поиск литературы по теме	Инженер
	3	Составление календарного плана работ	Инженер
Расчет	4	Расчет электрических нагрузок предприятия	Инженер
	5	Выбор высоковольтного оборудования	Инженер
	6	Расчет внутризаводской и внутрицеховой сети	Инженер
Проверка расчетов руководителем	7	Проверка на правильность выполненных расчетов	Руководитель
	8	Исправление выявленных ошибок	Инженер
Обобщение и оценка полученных результатов	9	Анализ результатов, выводы	Инженер
Оформление отчета	10	Составление пояснительной записки	Инженер

Итак, выполнение НТИ включает в себя 10 основных этапов, наиболее продолжительными из которых станут этапы 4, 5 и 6 – расчет системы электроснабжения завода.

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Данный этап является важным моментом при оценке материальных затрат на проведение НТИ, т.к. составляет их большую часть.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ож}$ используется следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{мин}i} + 2t_{\text{макс}i}}{5},$$

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

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

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

Продолжительность каждой работы в рабочих днях $T_{\text{р}}$, учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{\text{р}i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{\text{Ч}_i},$$

где $T_{\text{р}i}$ – 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.

Пример и результаты расчета приведены в таблице 3.2.3.1.

3.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

На данном этапе строится диаграмма Ганта, наглядно показывающая отрезками продолжительность проведения каждого этапа в календарных днях.

$$T_{\text{к}i} = T_{\text{р}i} \cdot k_{\text{кал}},$$

где $T_{\text{к}i}$ – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

$T_{\text{р}i}$ – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

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

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

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

Принимаем, что руководитель работает по 6-дневной рабочей неделе, а инженер по 5-дневной, тогда коэффициент календарности:

$$k_5 = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

$$k_6 = \frac{365}{365 - 67} = 1,22$$

Пример расчета для работы №1.

$$t_{\text{ож}} = \frac{3t_{\text{min}} + 2t_{\text{max}}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \text{ (чел-дн.)}$$

$$T_p = \frac{t_{\text{ож}}}{\text{Ч}} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ (раб дн.)}$$

$$T_k = T_p \cdot k_6 = 1,4 \cdot 1,22 = 1,71 \approx 2 \text{ (кал дн.)}$$

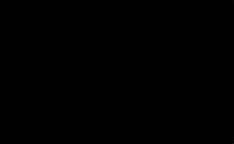
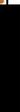
Таблица 3.2.3.1 - Временные показатели проведения научного исследования

№ работ	Исполнитель	Продолжительность работ				
		t_{min} , чел-дн.	t_{max} , чел-дн.	$t_{\text{ож}}$, чел-дн.	T_p , раб. дн.	T_k , кал. дн.
1	Руководитель	1	2	1,4	1,4	2
2	Инженер	5	7	5,8	5,8	9
3	Инженер	1	2	1,4	1,4	2
4	Инженер	10	20	14	14	21
5	Инженер	10	20	14	14	21
6	Инженер	20	40	28	28	42
7	Руководитель	2	4	2,8	2,8	3
8	Инженер	2	4	2,8	2,8	4
9	Инженер	1	2	1,4	1,4	2
10	Инженер	5	8	6,2	6,2	9
Итого						115

Построим график Ганта с учетом длительности каждого из этапов.

Полученные результаты приведены в таблице 3.2.3.2.

Таблица 3.2.3.2 – График Ганта

Этап	Вид работы	Исполнитель	t_k	Февраль	Март	Апрель	Май
1	Составление и утверждение задания на ВКР	Руководитель	2				
2	Изучение задания и поиск литературы по теме	Инженер	9				
3	Составление календарного плана работ	Инженер	2				
4	Расчет электрических нагрузок предприятия	Инженер	21				
5	Выбор высоковольтного оборудования	Инженер	21				
6	Расчет внутривозвратной и внутрицеховой сети	Инженер	42				
7	Проверка на правильность выполненных расчетов	Руководитель	3				
8	Исправление выявленных ошибок	Инженер	4				
9	Анализ результатов, выводы	Инженер	2				
10	Составление пояснительной записки	Инженер	9				

 - руководитель,  - инженер.

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

3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При расчетах материальных затрат НТИ должны быть рассчитаны все статьи расходов, которые идут на реализацию проекта:

- материальные затраты НТИ;
- амортизация оборудования;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

В данном разделе рассчитываются материальные затраты на покупные материалы для проведения НТИ. В таблице 3.3.1.1 представлен расчет материальных затрат проекта.

Таблица 3.3.1.1 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед.руб.	Затраты на материалы (З _м), руб.
Бумага	лист	150	1	150
Картридж	шт	1	500	500
Ручка	шт	2	40	80
Карандаш	шт	2	15	30
Линейка	шт	1	30	30
Тетрадь	шт	1	50	50
Папка-скоросшиватель	шт	1	15	15
Итого:				855

Итак, в данную статью расходов в данном случае включаются затраты на приобретение канцелярских товаров, их стоимость составила 855 рублей.

3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данном пункте учитывают стоимость на приобретение специального оборудования для выполнения научно-технического

исследования. Далее рассчитывают амортизационные отчисления. Стоимость специального оборудования приведена в таблице 3.3.2.1.

Таблица 3.3.2.1 – Затраты на специальное оборудование

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед.руб.	Затраты на материалы (З _м), руб.
Ноутбук	шт	1	41000	41000
Итого:				41000

Итак, из специального оборудования можно выделить затраты на приобретение ноутбука, для него и будут рассчитаны амортизационные отчисления.

3.3.3 Амортизационные отчисления

В данную статью расходов включим отчисления на износ дорогостоящего оборудования. В данном случае таким оборудованием является ноутбук, стоимость которого составляет 41000 рублей.

Найдем коэффициент амортизационных отчислений:

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

где n=3 года – срок амортизации.

Величина амортизации:

$$A = \frac{41000 \cdot H_A}{100\%} \cdot \frac{T_{\text{дн}}}{365} = \frac{41000 \cdot 33,3}{100\%} \cdot \frac{73,6}{365} = 2753 \text{ (руб)},$$

где T_{дн} – количество рабочих дней инженера при выполнении НТИ.

Итак, была определена величина амортизации для ноутбука за период его использования в проекте, она составила 2753 рубля.

3.3.4. Заработная плата исполнителей темы

Данная статья расходов включает в себя основную заработную плату участников проекта, которая зависит от системы окладов предприятия и длительности выполняемой работы, и дополнительную заработную плату, которая составляет 15% от основной.

Заработная плата участников проекта включает в себя основную заработную плату и дополнительную:

$$Z_{ЗП} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

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

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p,$$

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

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

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

$$Z_{дн} = \frac{Z_m}{T_p},$$

где Z_m – заработная плата за месяц работника, руб.;

T_p – количество рабочих дней в месяце, дн.

Для 5-дневной рабочей недели $T_p=22$ дн., 6-дневной рабочей недели $T_p=26$ дн.

Заработная плата за месяц работника:

$$Z_m = Z_{ТС} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p,$$

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

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 30% от $Z_{ТС}$;

k_d – коэффициент доплат и надбавок, 20 % от $Z_{ТС}$;

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

Рассчитаем заработную плату работника ТПУ (на основании приказа ректора НИ ТПУ от 25.05.2016 г.):

Заработная плата руководителя:

$$Z_{м\text{ рук}} = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ (руб)}$$

Заработная плата инженера:

$$Z_{м\text{ инж}} = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ (руб)}$$

Рассчитываем дневную заработную плату:

$$Z_{\text{дн рук}} = \frac{Z_{\text{м рук}}}{T_p} = \frac{51285}{26} = 1972,5 \text{ (руб)}$$

$$Z_{\text{дн инж}} = \frac{Z_{\text{м инж}}}{T_p} = \frac{33150}{22} = 1506,8 \text{ (руб)}$$

Заработная плата участников проекта за период проведения НИТ:

$$Z_{\text{рук}} = Z_{\text{дн рук}} \cdot t_{\text{рук}} = 1972,5 \cdot 4,2 = 8285 \text{ (руб)}$$

$$Z_{\text{инж}} = Z_{\text{дн инж}} \cdot t_{\text{инж}} = 1506,8 \cdot 73,6 = 110901 \text{ (руб)}$$

Затраты по дополнительной заработной плате в связи с Трудовым кодексом РФ учитывают доплаты за отклонение от нормальных условий труда.

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} \cdot k_{\text{доп}},$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, 15%.

Дополнительная заработная плата участников проекта:

$$Z_{\text{мдоп рук}} = 0,15 \cdot 51285 = 7774 \text{ (руб)},$$

$$Z_{\text{мдоп инж}} = 0,15 \cdot 33150 = 4973 \text{ (руб)}.$$

Дневная дополнительная заработная плата:

$$Z_{\text{дндоп рук}} = \frac{7774}{26} = 299 \text{ (руб)};$$

$$Z_{\text{дндоп инж}} = \frac{4973}{22} = 226 \text{ (руб)}.$$

Дополнительная заработная плата за весь период проекта:

$$Z_{\text{доп рук}} = Z_{\text{дндоп рук}} \cdot t_{\text{рук}} = 299 \cdot 4,2 = 1256 \text{ (руб)}$$

$$Z_{\text{доп инж}} = Z_{\text{дндоп инж}} \cdot t_{\text{инж}} = 226 \cdot 73,6 = 16634 \text{ (руб)}$$

Итак, были рассчитаны заработные платы участников проекта. Для руководителя зарплата за месяц составила 58978 рублей, для инженера – 38123 рублей.

3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Здесь 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 так:

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

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

Исходя из Федерального закона от 24.07.2009 №212-ФЗ, размер страховых взносов составляет 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, вводится пониженная ставка – 27,1%.

Таблица 3.3.5.1 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	8285	1256
Инженер	110901	16634
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого		
37148 руб.		

Итак, были рассчитаны обязательные страховые отчисления, сумма которых для обоих участников составила 37148 рублей.

3.3.6. Накладные расходы

Накладные расходы складываются из прочих затрат организации, которые не учитываются в предыдущих пунктах: затраты на копирование и печать, оплата электроэнергии, мобильной связи и т.д. Их величина:

$$Z_{накл} = (Z_{зп\ рук} + Z_{зп\ инж} + Z_{внеб} + Z_{м} + A) \cdot k_{нр}$$

где $k_{нр}$ – коэффициент накладных расходов, равный 16%.

$$Z_{накл} = (9541 + 127535 + 37148 + 855 + 2753) \cdot 0,16 = 28453 \text{ (руб)}$$

Итак, накладные расходы включают в себя сумму всех предыдущих статей расходов и составляют 28453 рубля.

3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Сумма затрат, рассчитанных в предыдущих пунктах, является основой для формирования бюджета затрат на реализацию спроектированного технического решения. Именно эта сумма указывается в договоре и является тем минимумом, который должен заказчик заплатить подрядчику.

Рассчитанные затраты на НТИ сведем в таблицу 3.3.6.1:

Таблица 3.3.6.1 - Бюджет затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля в %
Материальные затраты	855	0,4
Затраты по заработной плате исполнителей темы	137076	66,5
Амортизационные отчисления	2753	1,3
Отчисления во внебюджетные фонды	37148	18,0
Накладные расходы	28453	13,8
Бюджет затрат	206285	100

Итак, был сформирован бюджет затрат НТИ, он составил 206285 рублей. Можно увидеть, что большую часть от всех затрат составляет выплата заработной платы участникам проекта. Также большую долю

составляют затраты на приобретение компьютера, отчисления во внебюджетные фонды и накладные расходы.

В ходе выполнения данного раздела, спроектированная система электроснабжения завода была оценена с позиции ресурсоэффективности. Для анализа конкурентоспособности внутриводской сети были выбраны три различных вида кабеля номинальным напряжением 10 кВ. Анализ конкурентных технических решений показал, что наиболее хорошим является кабель марки АПвП с алюминиевыми жилами и ПВХ изоляцией. QUAD-анализ выявил слабые и сильные стороны данного технического решения.

Вторым этапом было определение этапов выполнения проекта, их продолжительности и трудоемкости, выполняемых участниками НТИ – руководителем и инженером. Для наглядности был составлен календарный план проведения исследования.

На третьем этапе подсчитывались затраты на проведение НТИ. Они включают в себя несколько статей расходов: затраты на материалы, заработная плата участникам проекта, затраты на специальное оборудование и его амортизацию, накладные расходы, отчисления во внебюджетные фонды. Бюджет исследования составил 206285 рублей. Эта сумма указывается в договоре подряда как минимальная, которую должен выплатить заказчик.

Итак, на основе проведенных анализов, можно говорить о конкурентоспособности спроектированной системы, т.к. проект предполагает использование нового, более совершенного по техническим и экономическим характеристикам оборудования. Кроме того, на примере проектирования системы снабжения завода по ремонту погружных установок для добычи нефти, был получен опыт принятия самостоятельных проектных решений.