

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

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Методика корректировки схем электроснабжения промышленных предприятий УДК 621.31.031.001.24

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5K	Турсунбаева Гулжамал Уйезбековна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭПП	Шутов Е.А.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Попова С.Н.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Амелькович Ю.А.	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		

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

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.04.02 – 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:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
5AM5K	Турсунбаева Гулжамал Уйезбековна

Тема работы:

Методика корректировки схем электроснабжения промышленных предприятий	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	13.02.2017 г. № 719/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.).

1. Генплан исследуемого объекта
2. Ведомость электрических нагрузок по объектам района электроснабжения
3. Характеристика среды производственных помещений и потребителей энергии
4. Сведения об электрических нагрузках ремонтно – эксплуатационного блока
5. План ремонтно – эксплуатационного блока

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>	–Постановка задачи проектирования; –Содержание процедуры исследования, проектирования; –Сравнительный анализ результатов; –Заключение по работе.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	– Генплан предприятия (рис.1.1); – Генеральный план предприятия с картограммой нагрузок (рис.1.2); – Генеральный план предприятия со схемой питания цеховых трансформаторов (1.3); – Схема внутривоздушной сети предприятия (рис.1.4); – Схема распределения нагрузок (рис.1.5); – Схема внешнего электроснабжения (рис.1.6); – Схема замещения для расчета токов КЗ (1.7); – План ремонтно – эксплуатационного блока (рис.1.8); – Эпюр отклонений напряжения (прил.); – Карта селективности действия аппаратов защиты (прил.Д) – Однолинейная схема численного метода расчета (прил.Е)
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Попова Светлана Николаевна
Социальная ответственность	Амелькович Юлия Александровна
Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке	Соколова Эльвира Яковлевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Comparative analysis of calculated data obtained using analytical and numerical methods for calculating the loads	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭПП	Шутов Е.А.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5K	Турсунбаева Гулжамал Уйезбековна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5AM5K	Турсунбаевой Гулжамал Уйезбековне

Институт	Энергетический	Кафедра	Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)
Уровень образования	магистр	Направление/специальность	13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	<i>Вредные:</i> – повышенный уровень шума; – повышенный уровень вибраций; – отсутствие или недостаток естественного освещения; – отклонение показателей микроклимата; <i>Опасные:</i> – движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в том числе грузоподъемные); – повышенная температура; – наличие большого количества электрического оборудования; – микроклиматические нормы.
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме: «Электроснабжение ремонтно – эксплуатационного блока»	ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (09. 2006). ГОСТ 12.0.003-74 (с измен. 1999 г.) Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования. ГОСТ 12.1.019 -2009 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 «О противопожарном режиме»
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека;	<i>Анализ выявленных вредных факторов:</i> – повышенный уровень шума; – повышенный уровень вибраций; – отсутствие или недостаток естественного освещения; – отклонение показателей микроклимата;

– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	Анализ выявленных опасных факторов: – движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные) – циты, планки, СИЗ; – повышенная температура – ограждения, СИЗ; – статическое электричество – СИЗ, защитные ограждения, защитное заземления; – возможность пожара – углекислотные огнетушители, пожарный кран;
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Охрана окружающей среды: – изучение влияния возможных утечек в почву, разработка решения этой проблемы.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Защита в чрезвычайных ситуациях: – пожар(установка огнетушителей, пожарных кранов)
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Амелькович Ю.А.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5K	Турсунбаева Гулжамал Уйезбековна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5AM5K	Турсунбаевой Гулжамал Уйезбековне

Институт	Энергетический	Кафедра	Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)
Уровень образования	магистр	Направление/специальность	13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

3. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	<i>Вредные:</i> – повышенный уровень шума; – повышенный уровень вибраций; – отсутствие или недостаток естественного освещения; – отклонение показателей микроклимата; <i>Опасные:</i> – движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в том числе грузоподъемные); – повышенная температура; – наличие большого количества электрического оборудования; – микроклиматические нормы.
--	---

4. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме: «Электроснабжение ремонтно – эксплуатационного блока»	ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (09. 2006). ГОСТ 12.0.003-74 (с измен. 1999 г.) Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования. ГОСТ 12.1.019 -2009 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 «О противопожарном режиме»
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

6. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека;	<i>Анализ выявленных вредных факторов:</i> – повышенный уровень шума; – повышенный уровень вибраций; – отсутствие или недостаток естественного освещения; – отклонение показателей микроклимата;
--	--

– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	
7. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	Анализ выявленных опасных факторов: – движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные) – циты, планки, СИЗ; – повышенная температура – ограждения, СИЗ; – статическое электричество – СИЗ, защитные ограждения, защитное заземления; – возможность пожара – углекислотные огнетушители, пожарный кран;
8. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Охрана окружающей среды: – изучение влияния возможных утечек в почву, разработка решения этой проблемы.
9. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Защита в чрезвычайных ситуациях: – пожар(установка огнетушителей, пожарных кранов)
10. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Амелькович Ю.А.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5K	Турсунбаева Гулжамал Уйезбековна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 140 с., 18 рис., 41 табл., 69 источников, 10 прил.

Ключевые слова: расчет электрических нагрузок, система электроснабжения, электроприемник, аналитические и численные методы РЭН.

Объектом исследования является Лугинецкая Газокомпрессорная станция ОАО «Томскнефть» ВНК.

Цель работы: оценить экономическую эффективность методов расчета электрических нагрузок.

В процессе исследования проведен поэтапный расчет электрических нагрузок с применением графо-аналитического и численного методов расчета.

В результате исследования был предложен метод двухшагового расчета схемы электроснабжения включающего ориентировочный и проверочные этапы.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: исследуемая газокомпрессорная станция относится к первой категории по степени надежности электроснабжения, состоит из 17 цехов, напряжение питающей линии составляет 110 кВ, рабочее напряжение внутри завода 0,4 кВ.

Степень методика внедрена в учебный процесс кафедры ЭПП и рекомендован для практического использования.

Область применения: в расчетах электрических нагрузок.

Экономическая эффективность Внедрение двухшагового метода РЭН позволит существенно снизить капитальные вложения в реализацию проекта.

Нормативные ссылки и сокращения

В настоящей работе использованы нормативные ссылки на следующие стандарты :

ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения;

ГОСТ 12.1.005 – 13 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

ГОСТ 23337-2014 «Шум»;

ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;

ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация

ГОСТ 12.1.002 – 84 «Электрические поля промышленной частоты»;

ГОСТ 12.1.045 – 84 «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»;

ГОСТ Р 50571.5.54-2013 «Стандарты заземления»;

ГОСТ Р 12.3.047-98 «Пожарная безопасность технологических процессов»;

Список принятых сокращений

РП	–	Распределительный пункт
СЭС	–	Система электроснабжения
КМ	–	Коэффициент мощности
КЗ	–	Короткое замыкание
АВ	–	Автоматический выключатель
ЭП	–	Электроприемник
РЭН	–	Рсчет электрических нагрузок

ЭЭ	–	Электроэнергетика
ОРЭМ	–	Оптовый рынок электрической энергии
ГКС	–	Газокомпрессорная станция
ГПП	–	Главная понизительная подстанция
ЦЭН	–	Центр электрических нагрузок
ЭД	–	Электродвигатель
ВН	–	Высокое напряжение
НН	–	Низкое напряжение
КЗ	–	Короткое замыкание
ЭН	–	Электрические нагрузки
КЛ	–	Кабельная линия
ВЛ	–	Воздушная линия

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	19
ГЛАВА 1. АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК	28
1.1 Исходные данные для расчета	30
1.2 Расчет электрических нагрузок по предприятию	30-
1.2.1 Расчет осветительной и силовой нагрузки	33
1.2.2 Построение Картограмма ЭН	35
1.2.3 Построение зоны рассеяния центра ЭН	37
1.3 Выбор числа цеховых трансформаторов и определение потерь мощности в трансформаторах на напряжение 0,4 кВ	39
1.4 Выбор схемы внутризаводского распределения нагрузок	40
1.5 Расчёт токов короткого замыкания в сети выше 1000 В и выбор коммутационного оборудования	43
1.6 Электроснабжение ремонтно – эксплуатационного блока	48
1.6.1 Расчет токов к.з в сетях 0,4 кВ	53
1.7 Расчет электрической сети по потере напряжения	59
1.8 Построение карты селективности действия аппаратов защиты	63
ГЛАВА 2. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК	65
2.1 Общая характеристика численных методов расчета нагрузок	66
2.2 Расчетная часть численного метода	66
2.3 Метод Ньютона – Рафсона	71
2.4 Загрузка трансформаторов	74
2.5 Изменение напряжения на шине	77
2.6 Потери мощности и напряжения в КЛ и ВЛ	78
ГЛАВА 3. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ	81
3.1 Метод коэффициента спроса	81
3.2 Метод упорядоченных диаграмм	83
3.3 Коэффициент мощности	86
ГЛАВА 4. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ	91
4.1 Замена трансформаторов	91
4.2 Замена оборудования	94
ГЛАВА 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСКРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	95
5.1 Цели, задачи и стадии проектирования	97
5.2 Техничко – экономическое обоснование проекта	97
5.3 Структура работы в рамках технического проектирования	99
5.4 Определение трудоемкости выполнения работ	99
5.4.1 Разработка графика Гранта	101
5.5 Смета затрат на проектирование	105
5.5.1 Расчет издержек на материальные затраты	105
5.5.2 Затраты на оплату труда	106

5.5.3 Смета затрат на цеховое оборудование	109
5.6.10 Смета затрат на оборудование высоковольтной части	109
схемы	
ГЛАВА 6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	112
6.1 Анализ вредных и опасных факторов	113
6.2 Производственная санитария	113
6.2.1 Отклонения показателей микроклимата	114
6.2.2 Вентиляция	114
6.2.3 Повышенный уровень шума	115
6.2.4 Недостаточная освещённость рабочей зоны	116
6.2.5. Электромагнитное излучение	117
6.3 Электробезопасность	117
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	119
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	120
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	121
Приложение А	131
Приложение Б	132
Приложение В	133
Приложение Г	134
Приложение Д	135
Приложение Е	136
Приложение Ж	137
Приложение З	138
Приложение И	139

Расчет ожидаемой электрической нагрузки обеспечивает основную исходную информацию при проектировании энергетических объектов. На основании этих сведений рассчитываются различные режимы электрических систем, производятся расчет оценки надежности энергосистемы, оценивается качество электроэнергии и выполняется оценка экономической эффективности и т. п. С помощью расчета электрических нагрузок промышленных предприятий можно определить выбор основных составляющих элементов всей системы электроснабжения, питательных и распределительных сетей, ЛЭП, ТП и т.д.

Правильное нахождение электрических нагрузок является важнейшим фактором в процессе проектирования. Одним из особенной характеристикой этого процесса является – случайный и вероятностный характер изменения нагрузки энергосистемы. Наличие случайной составляющей, естественный рост нагрузки и влияние различных факторов в значительной мере отражается в графике нагрузки потребителя и усложняет процесс РЭН [1,24]. Разновидность условий РЭН, учитывая, соответствие с разными целями и от типа системы электроснабжения приводит к различным методам и подходам, используемым при определении величин ожидаемой нагрузки [7,10,11].

Большая часть алгоритмов расчета нагрузки состоят из набора разных статистических действий. Существуют методы расчета нагрузки, в которых расчет электрических нагрузок основывается в изменениях нагрузки и выделяется как базовая составляющая [24]. Помимо этого существуют методы, в которых характеристика изменения нагрузки принимается как случайный процесс [2,18], то есть применение каждого метода зависит от характера нагрузки и режима работы предприятия. При этом каждый метод имеет свои преимущества и недостатки.

Большое разнообразие математических методов расчета электрических нагрузок можно свести к двум основным видам: аналитическим и численным. Получение характеристик модели в

аналитическом виде позволяет осуществить анализ исследований в простом виде отдельно от численных значений параметров системы. Аналитические модели применимы для наиболее простых моделей, а численные методы наоборот являются более общим.

Это объясняется тем, что ряд проблем исследования в электроэнергетике не поддается точному аналитическому решению [20].

Значительный вклад в разработке методов расчета электрических нагрузок, рассматриваемых в диссертации внесли Жилин Б.В. [2], Кудрин Б.И. [3], Федоров А.А. [4], Лифшиц В.С. [5], Фокин Ю.А. [11], Воробьев В.А. [13], Мешель Б.С. [17], Денисенко Н.А. [20], Радкевич В.Н. [21], Козловская В.Б. [24], Колосова И.Б. [29], Либерман А[30], Алябьев В.М.[31], Кибардин С.И.[34], Chen K. [55] Melo J.D. [57], Tanaka K. [58,59] , Bonoma T. [56] P. Donolo, G. Bossio, C. De Angelo, G. Garcia, M. Donolo [60], Das D, Kothari DP, Kalam A. [63], Martinez JA, Mahseredjian J. [62] и т.д.

РЭН в зависимости от требований надежности и точности информации в различных уровнях электроснабжения данной системы расчеты выполняются разными методами. При проектировании предприятий с небольшой нагрузкой обычно расчет производят от низших уровней напряжения к высшим уровням, но в проектировании крупных предприятий в некоторых случаях расчеты приходится вести от верхних уровней к нижним уровням напряжения. В таких случаях пользуются особым методом, так называем как комплексным методом расчета. Основную информационную базу в комплексном методе берут от аналогичного предприятия (предприятия со схожим технологическим процессом и по объему производства). На первом этапе рассматривается вопросы электроснабжения в целом, затем поэтапно проектируются комплексные цеха отдельного производства, или часть завода, которые питаются от одного распределительного пункта.

Расчётная максимальная мощность, потребляемая электроприёмниками всегда меньше суммы номинальных мощностей этих

электроприёмников. Это связано с неполной загрузкой электроприёмников, неодновременностью их работы, случайным характером включений и отключений, зависящих от особенностей технологического процесса.

Правильное определение расчётных нагрузок имеет большое значение для выбора исходных данных всех элементов системы электроснабжения данного объекта, для определения денежных затрат при установке, монтаже и эксплуатации.

Завышение расчётных нагрузок приводит к удорожанию строительства, перерасходу материалов, неоправданному увеличению мощности трансформаторов и другого оборудования.

Занижение приводит к уменьшению пропускной способности электросетей, к большим потерям мощности, и перегреву проводов, кабелей, трансформаторов, что ведёт к сокращению срока службы.

При проектировании системы электроснабжения аналитическим методом, применяют различные методы РЭН, которые подразделяются на основные и вспомогательные или расчётные, классификация которых изображена на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Классификация расчета электрических нагрузок аналитическим методом

Основные методы расчёта электрических нагрузок:

– метод упорядоченных диаграмм или метод коэффициента максимума, основан на расчёте в начале средних нагрузок по коэффициенту использования ($K_{\text{и}}$) и максимальных нагрузок по коэффициенту максимума. Применяется в тех случаях когда известны мощности электроприёмников и в основном применяется для расчёта внутрицеховых нагрузок до 1000 В. Недостатком этого метода является, что метод расчета труден для понимания из-за применения различных эмпирических коэффициентов, а главное, он нередко дает двукратную ошибку, которая в итоге может привести погрешностям расчета. Применяемые эмпирические коэффициенты в расчете выбираются из справочников и определяются путем обследования аналогичных объектов на действующих предприятиях. Эти данные являются устаревшими и значение эмпирических коэффициентов в справочниках предназначены для предприятий прошлого столетия, и надо учесть современные условия производства.

Практика применения данного метода в настоящее время приводит к завышенным значениям расчетных токов, и этот факт отражается при выборе основного оборудования и в выборе мощности трансформаторов, кабельных линий и т.д. Приводят к значительным погрешностям в расчетах на низших уровнях системы электроснабжения.

Гарантированная точность этого метода получается при точно известных технологических режимах, известной технологической карте, строго циклическом процессе и т.д., что позволяет, в конечном счете, получить график нагрузки группы ЭП. Таким образом, применение эмпирических коэффициентов в современных условиях расчета нагрузок приводят к значительным погрешностям, которые отражают не точную информацию.

– статистические методы расчета электрических нагрузок основывается на измерении нагрузок линий, питающих схожих групп электроприемников, не прибегая к режимам работы отдельных ЭП и

числовым характеристикам индивидуальных графиков. Этот метод широко применяется в расчетах электрических нагрузок и их применение в расчетах устойчиво отстаиваются рядом специалистов.

Методом учитывается, что даже для одной группы механизмов, работающих на данном участке производства, коэффициенты и показатели меняются в широких пределах. Метод использует две интегральные характеристики: генеральную среднюю нагрузку и генеральное среднее квадратичное отклонение, где дисперсия берется для того же интервала осреднения.

Для действующего предприятия применение статистического метода является целесообразным для изучения электрических нагрузок. Метод позволяет относительно верно определить значения заявляемого предприятием мощности в часы прохождения максимума нагрузок в энергосистеме. При этом распределение нагрузки электроприемников подчиняется закону распределения Гаусса. Применение этого метода целесообразно для определения нагрузок по отдельным группам и узлам приемников электроэнергии напряжением до 1 кВ, так как с его помощью можно определить расчетную нагрузку с любой вероятностью ее появления.

Вспомогательные методы расчёта нагрузок:

- метод коэффициента спроса, основан на расчёте максимальных нагрузок при помощи коэффициента спроса. Применяется, когда известны номинальные мощности электроприёмников и потребителей электрической энергии, а также коэффициент спроса и $\cos\varphi$. В основном для общезаводских нагрузок, а также расчёта осветительных нагрузок до 1000 В. Основным недостатком этого метода является то, что для всех потребителей величина коэффициента спроса принимается одинаковой.

- метод удельного потребления электрической энергии на единицу продукции этот метод является приближенным методом расчёта нагрузок и основан на расчёте максимальных нагрузок по годовому расходу активной электрической энергии и годовому числу часов использования максимума

активной мощности. Был предложен Ю.Л. Мукосеевым в 1936 году для проектирования универсальных электрических сетей для малого и среднего машиностроения [2]. Этот метод расчета нагрузок служит для ориентировочного определения нагрузок по объекту, так как вопрос об удельных расходах электроэнергии еще не решен однозначно для всех приемников электроэнергии. Однако нагрузки насосных, компрессорных, экскаваторов могут определяться по удельному потреблению ЭЭ на ед. выработанной продукции. При наличии данных об удельных расходах электроэнергии и отсутствии сведений по установленной мощности токоприемников этот метод является приемлемым для ориентировочных расчетов.

– метод удельной нагрузки на единицу производственной площади является приближенным методом расчёта нагрузок и основан на расчёте максимальных нагрузок по удельной расчётной мощности на один квадратный метр производственной площади или площади размещения электроприёмников. Метод применим для ориентировочных расчетов, однако получил широкое применение при расчете мощности осветительных нагрузок отдельных корпусов подразделений предприятия, т.к. осветительная нагрузка равномерно распределена по площади подразделения. Удельную мощность нагрузки определяют по статистическим данным или справочной литературе для однородных производств. Этот метод требует равномерного распределения электрической энергии по площади помещения, и значения удельной мощности нагрузки зависит от многих факторов.

Для определения электрических нагрузок узлов цехов напряжением до 1000 В рекомендуется применять метод упорядоченных диаграмм при известных номинальных мощностях и продолжительностях включения электроприёмников [17,20,21].

Для объектов напряжением выше 1000 В применяется метод коэффициента спроса[20,21].

Этот метод предусматривает применение одновременно множество

способов расчета $P_{\max}$ (максимальной нагрузки).

Аналитические методы полностью формализуют расчет электрических нагрузок и основывается на аналитических преобразованиях и на классических законах физики и электротехники. Эти методы в большой степени является теоретическим решением, и имеют в проектной практике локальное применение. Эти методы без всякого сомнения сыграли огромную положительную роль в практике проектирования СЭС, но из – за развития промышленности привели к завышенным значениям расчетных нагрузок и перерасходам капитальных вложений в системе электроснабжения, что отражается в виде погрешностей в расчетах.

Погрешности в расчетах можно разделить на две группы:

1) Методические погрешности – это ряд допущений применимые в методе, которые влияют на конечные результаты расчета, что проявляется в большой ошибке. Например, допущения: о независимости режимов работы отдельных электроприемников, о том, что закон распределения электрической нагрузки соответствует распределению Гаусса. Во многих исследованиях показано для различных видов нагрузки, что это не так [24].

2) Информационные погрешности – основывается в источниках для расчета (справочники). Основным источником информации применяемые в расчетах электрических нагрузок служат параметры режимов работы ЭП аналогичных предприятий, привода существующих производств и т.д.. Сведения о последующих обследованиях предприятий по уточнению коэффициентов, используемых в методе, появляются достаточно редко и последние относятся к 70 – 80 годам. Сами обследования не носят систематического характера. В тоже время, разброс коэффициентов, характеризующих режимы работы ЭП в аналогичных технологических процессах, может быть достаточно велик, растет число ЭП с не обследованными режимами работы. Но самое главное, что для современного крупного даже действующего предприятия получение информации о полном

составе и режимах работы ЭП представляет принципиальные трудности, так как современные СЭС предприятий на определенном этапе развития стали принципиально другими. С развитием предприятия растет количество различных ЭП, соответственно увеличивается и количество технологических режимов [24]. Непременно надо учесть и цену за электроэнергию, так как в 70 – 80 г. все имущество предприятий энергетики находилось в государственной собственности. Эффективность текущей работы обеспечивалось централизованным управлением режимами работы электростанций и электрических сетей, планированием и контролем их технико – экономических показателей. В этих условиях прямое государственное установление цен на электрическую энергию было вполне оправданным, поскольку отсутствовали экономические противоречия между производителями и потребителями электрической энергии, имущество которых принадлежало одному собственнику – государству. Цены за электроэнергию составляло 4 коп. за кВт · час, и для всех регионов СССР было одинаковым. За короткий срок централизованная система управления перешла на управление на основе имущественных отношений. То есть, создан новый механизм ценообразования, который учитывает интересы каждого предприятия электроэнергетики как отдельного хозяйствующего субъекта. Такой механизм был создан путем организации акционерных обществ электроэнергетики на базе энергетических предприятий, построения новой системы управления отраслью, а так же в результате создания федерального рынка ЭЭ и розничных рынков ЭЭ на территории каждого субъекта РФ (республики, края, области). Таким образом цена на электроэнергию в основном складывается из стоимости покупки электроэнергии на ОРЭМ, оплаты услуг по передаче электроэнергии и мощности и сбытовой надбавки. В то же время, составляющие цен на электроэнергию имеют многофакторную зависимость, что позволяет изменять итоговую плату за электроснабжение. В данное время дороговизна ЭЭ требует решения одной из важнейших проблем развития энергетики –

создание и внедрение современного эффективного оборудования с высокими технико – экономическими, экологическими параметрами и мероприятий по энергосбережению.

Объект исследования – Лугинецкая Газокомпрессорная станция ОАО «Томскнефть»

Цель работы – оценить экономическую эффективность использования методики корректировки расчета схем электроснабжения промышленных предприятий.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1. Рассчитана схема электроснабжения при помощи ориентировочного графо-аналитического метода построенного на использовании метода коэффициента спроса и метода упорядоченных диаграмм.

2. Результаты ориентировочного метода принятые за исходные данные просчитаны исходя из метода узловых потенциалов с учетом режимов и свойств приемников ЭЭ.;

3. Оценена экономическая эффективность применения корректирующей методики расчета схем электроснабжения.

Научная новизна работы:

- Дана оценка двухшаговой уточняющей методики расчета схем электроснабжения промышленных предприятий.

Практическая ценность.

Предложенные мероприятия позволят:

- Снизить технические потери;
- Повысить качество электроснабжения потребителей и снизить удельные затраты на построение СЭС.

Методы научных исследований. Для решения поставленных задач использовались методы: математического и компьютерного моделирования.

ГЛАВА 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСКРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Темой ВКР является «Методика корректировки схем электроснабжения промышленных предприятий».

Объект исследования: Лугинецкая Газокомпрессорная станция ОАО «Томскнефть» ВНК.

Целью раздела является оценка коммерческого и инновационного потенциала научно – технического исследования, планирование процесса управления проекта и сопровождение конкретных проектных решений на этапе реализации, определение ресурсной, финансовой , экономической эффективности.

Данная глава выпускной квалификационной работы посвящена описанию потребителя результата исследования, составлению плана выполнения работ, определению трудоемкости работ, построению линейного графика работ, а также рассчитывается стоимость затрат на проектирование и определяется смета затрат на оборудования.

5.1 Цели, задачи и стадии проектирования

Проектирование электрических станций, подстанций, электрических сетей и систем заключается в составлении описаний еще несуществующих объектов, предназначенных для производства, передачи и распределения электроэнергии. Эти описания в графической и текстовой форме составляют содержание проекта, т.е. совокупность документов, необходимых для создания нового энергетического оборудования установок.

Проектирование объектов электроэнергетики состоит из трех основных этапов:

- ✓ рассмотрения перспектив развития на 15 – 20 лет;
- ✓ перспективного проектирования на период до 10 лет;

- ✓ уточнения проектов на период до 5 лет.

Электрические станции и подстанции проектируют как составляющие единой энергетической системы, объединенной энергосистемы или районной электроэнергетической системы.

Основные цели проектирования электрических станций, подстанций, сетей и энергосистем следующие:

- производство, передача и распределение электроэнергии в соответствии с заданным графиком потребления;
- обеспечение надежной работы установок и энергосистем в целом;
- сокращение капитальных затрат на сооружение установок;
- снижение ежегодных издержек и ущерба при эксплуатации установок.

Проектирование системы состоит из ряда процедур, каждая из которых дает проектное решение отдельного фрагмента в виде проектного документа. Совокупность проектных решений фрагментов позволяет установить возможное множество решений для проектируемой системы и выбрать из них оптимальное по какому – либо критерию. Комплекс выбранных решений для всех систем дает одно из решений для всего объекта и составляет содержание проекта.

Проект представляет с собой совокупность документов, содержащих основные проектные решения электростанций или подстанций. В состав проекта входят паспорт, технико – экономическое обоснование, смета, документы на технологическую, электрическую, гидротехническую строительные части.

Рабочий проект и рабочая документация состоят из из пояснительной записки с расчетами и рабочих чертежей, по которым производятся строительно – монтажные работы. В рабочем проекте уточняют параметры элементов по текущим условиям комплектования оборудования и изготовления его на предприятиях. В пояснительной записке указываются важнейшие технико – экономические показатели проектируемой

электростанции (подстанции): общий объем капиталовложений, удельная численность персонала, объем строительно – монтажных работ, площадь отчуждаемой территории, возможность сборки строительных конструкции, сроки строительства, оценка природоохранных свойств объектов электростанции.

5.2 Техничко – экономическое обоснование проекта

Проектирование, проводимое в данной выпускной работе, является инициативным в рамках научно – исследовательского проекта для ОАО «Томскнефть» ВНК. Потенциальными потребителями результатов этого проектирования являются Лугинецкая Газокомпрессорная станция расположенный на территории Вахского нефтяного месторождения ОАО «Томскнефть» ВНК.

5.3 Структура работы в рамках технического проектирования

Для выполнения проектирования формируется рабочая группа, в состав, который входят научный руководитель и ведущий инженер. Составляется перечень этапов и работ в рамках проведения проектирования, и производится распределение исполнителей по видам работ. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей по данным видам работ приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – План разработки выполнения этапов проекта

Этапы проектирования	Перечень выполняемых работ	Исполнители
1	Разработка технического задания	Руководитель Ведущий инженер
2	Ознакомление производственной документацией. Сбор и изучение исходных данных. Постановка задачи работникам	Руководитель Ведущий инженер
3	Расчет электрических нагрузок по цеху	Ведущий инженер
4	Расчет электрических нагрузок по предприятию	Ведущий инженер
5	Построение картограммы нагрузок	Ведущий инженер
6	Выбор трансформаторов цеховых ПС. Расчет потерь в трансформаторах	Ведущий инженер

7	Выбор трансформаторов ГПП. Технико – экономический расчет схемы внешнего электроснабжения	Руководитель Ведущий инженер
8	Расчет внутризаводской сети предприятия	Ведущий инженер
9	Расчет токов КЗ в сети выше 1000В.	Ведущий инженер
10	Выбор электрооборудования в сети выше 1000 В.	Ведущий инженер
11	Расчет схемы электроснабжения цеха	Руководитель Ведущий инженер
12	Выбор электрооборудования в сети ниже 1000 В.	Ведущий инженер
13	Расчет токов КЗ в сети ниже 1000В.	Ведущий инженер
14	Расчет эпюр отклонений напряжения	Ведущий инженер
15	Расчет релейной защиты и автоматики	Ведущий инженер
16	Численные методы расчета (с помощью ЭВМ)	Ведущий инженер
17	Составление расчетно – пояснительной записки	Руководитель Ведущий инженер
18	Чертежные работы	Руководитель Ведущий инженер

5.4 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 используется следующая формула:

$$t_{\text{ожі}} = \frac{3 \cdot t_{\text{mini}} + 2 \cdot t_{\text{maxі}}}{5} \quad (5.1)$$

где $t_{\text{ожі}}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i – ой работы, чел.–дн.
 t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i – ой работы (оптимистическая оценка: в предложении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.–дн.; $t_{\text{maxі}}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i – ой работы (пессимистическая оценка: в предложении более неблагоприятной 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.

Значение ожидаемой трудоемкости работы:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (5.2)$$

T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

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

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

Для удобства построения календарного план – графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot K \quad (5.3)$$

T_{ki} – продолжительность выполнения одной работы, календ.дн.;

K – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности:

$$K = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}} \quad (5.4)$$

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

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

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

Число выходных и праздничных дней в 2017 году составляет 118.

Длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности:

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

Удельное значение каждой работы в общей продолжительности работ:

$$y_i = \frac{T_{p_i}}{T_p} \quad (5.5)$$

y_i – удельное значение каждой работы в %;

T_p – суммарная продолжительность этапов, раб.дн.

Результаты расчетов приведены в таблице 5.2

Таблица 5.2 – Временные показатели проекта

№ этапов	Исполнители	Продолжительность работы					
		t_{min} , чел-дн.	t_{max} , чел-дн.	$t_{ож}$, чел-дн.	T_p , раб-дн.	T_k , кал-дн.	y_i , %
1	Руководитель Ведущий инженер	2	3	2	2	4	3.42
2	Руководитель Ведущий инженер	1	3	2	1	1	1.28
3	Ведущий инженер	2	4	3	3	4	3.99
4	Ведущий инженер	3	4	3	3	5	4.84
5	Ведущий инженер	2	3	2	2	4	3.42
6	Ведущий инженер	1	3	2	2	3	2.56
7	Руководитель Ведущий инженер	2	6	4	2	3	2.56
8	Ведущий инженер	4	5	4	4	7	6.27
9	Ведущий инженер	5	7	6	6	9	8.26
10	Ведущий инженер	2	3	2	2	4	3.42
11	Руководитель Ведущий инженер	3	5	4	2	3	2.71
12	Ведущий инженер	3	5	4	4	6	5.41
13	Ведущий инженер	2	3	2	2	4	3.42
14	Ведущий инженер	2	4	3	3	4	3.99
15	Ведущий инженер	7	10	8	8	12	11.68
16	Ведущий инженер	15	20	17.00	17.00	25	24.22
17	Руководитель Ведущий инженер	3	5	4	2	3	2.71
18	Руководитель Ведущий инженер	7	10	8	4	6	5.84
	Итого	66	103	169	69	107	

5.4.1 Разработка графика Гранта

Цель формирования план – графика проекта – эффективное планирование реализации проекта.

Результат формирования план – графика проекта – календарный план работ по проекту, который позволяет:

- получить точное и полное расписание проекта;

- учесть этапы, работы проекта и их результаты;
- учесть длительность работы по проекту;
- учесть необходимых исполнителей для реализации проекта.

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

На основе таблицы 5.1 строится план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках технического проекта, с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени написания ВКР. При этом работы на графике выделяются различными цветами в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу. Построенный график представлен на рис.5.1

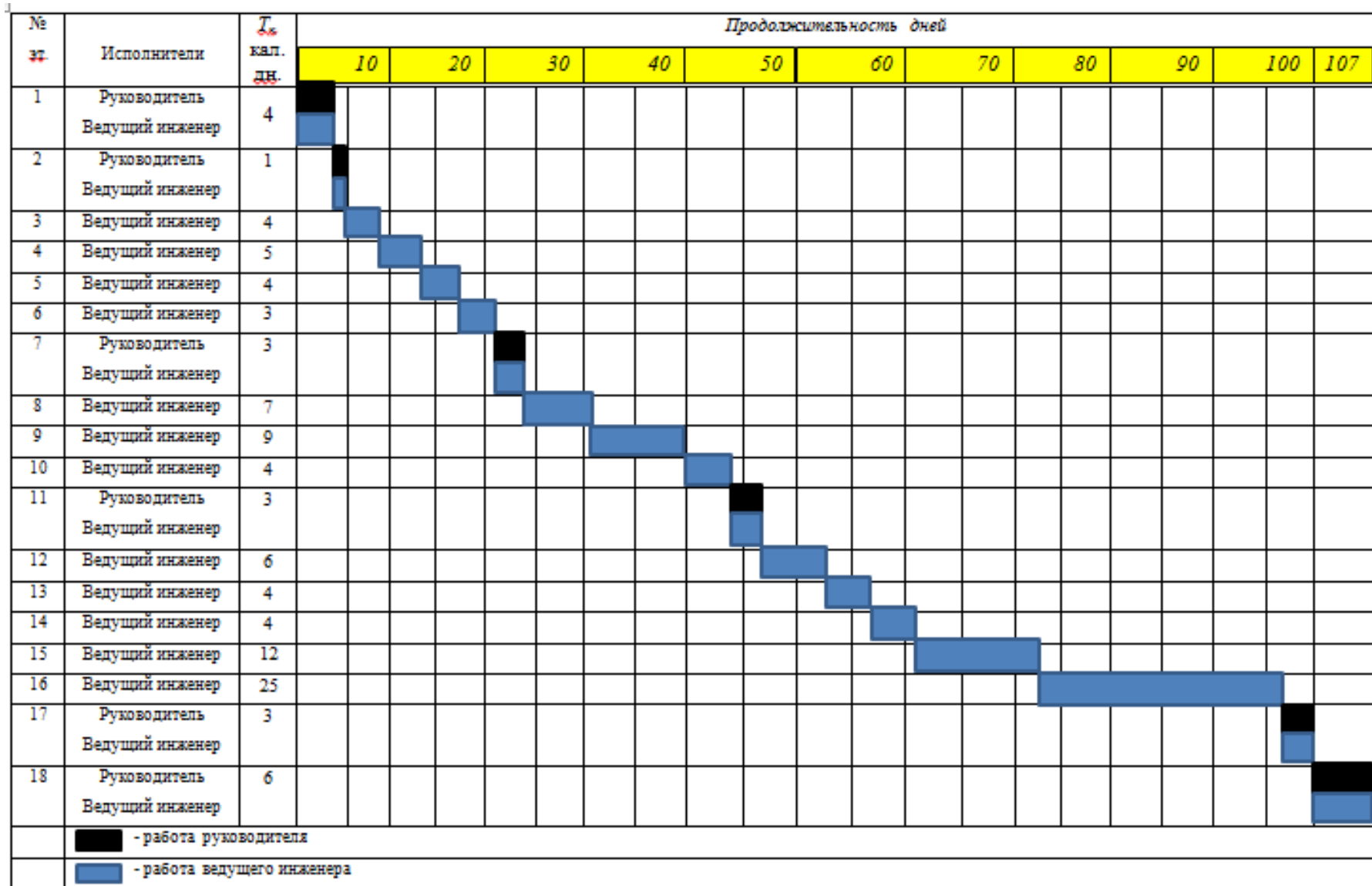


Рисунок 5.1 – Диаграмма Ганта

Исходя из составленной диаграммы, можно сделать вывод, что продолжительность работ занимает 107 дней, учитывая вероятностный характер оценки трудоемкости, реальная продолжительность работ может быть как меньше (при благоприятном стечении обстоятельств), так и несколько превысить указанную продолжительность (при неблагоприятном стечении обстоятельств).

5.5 Смета затрат на проектирование

Сметный подход не учитывает график производства работ (производственную структуру). Способ определения себестоимости проекта, а также себестоимости производственных ресурсов при учете производственного графика называется калькулированием.

В смету затрат на подготовку к проекту входят следующие элементы расходов:

- ✓ Материальные затраты;
- ✓ Затраты на оплату труда;
- ✓ Отчисления на социальные нужды;
- ✓ Накладные расходы.

5.5.1 Расчет издержек на материальные затраты

Материальные затраты включают в себя:

– стоимость приобретенных со стороны сырья и материалов, которые входят в состав вырабатываемой продукции, образуя ее основу (бумага, картриджи для принтера, плоттера, ручки, изготовление слайдов и т.д.), сведенные в приведенную ниже таблицу 5.3

Таблица 5.3 – Затраты на материалы

Материал	Ед. измерения	Количество	Стоимость, руб.
Бумага для печати	пачка	1	300
Канц. товары	штука		1 000
Картридж	штука	1	2 000

Флеш память	штука	2	1 400
Калькулятор	штука	2	1 450
Компьютер	штука	2	90 000
Принтер	штука	1	6 000
Пакет программ Microsoft Office		1	30 099
AutoCad		1	5 240
Etap		1	60 000
Итого			197 489

$$И_{\text{МАТ}} = 197489 \text{ руб.}$$

5.5.2 Затраты на оплату труда

Под затратами на оплату труда подразумевается совокупность выплат, производимых предприятием в пользу физических лиц и включаемых в себестоимость продукции (работ, услуг) и издержки обращения.

Фонд заработной платы в статистике труда – это сумма вознаграждений, предоставленных наемным работникам в соответствии с количеством и качеством их труда, а также компенсаций, связанных с условиями труда. В состав фонда заработной платы включаются начисленные предприятиями:

- суммы оплаты труда в денежной и натуральной формах за отработанное и неотработанное время;
- компенсационные выплаты, связанные с режимом работы и условиями труда;
- стимулирующие доплаты и надбавки;
- премии, единовременные поощрительные выплаты;
- оплата питания, жилья, топлива, носящая систематический характер.

Заработную плату подразделяют:

- основная
- дополнительная.

В подготовке и выпуске проекта были задействованы 2 сотрудника. За фактически выполненную работу в соответствии почасовой оплате труда и

принятыми надбавками производится расчет ежемесячной заработной платы (ЗП).

Основной должностной оклад работника:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{до}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} \quad (5.8)$$

где $З_{\text{до}}$ – заработная плата по должностному окладу, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{до}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15 – 20 % от $З_{\text{до}}$);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Согласно тарифу (окладам), за час работы руководитель получает 300 рублей, а инженер – 172 рублей. Один день работы составляет 8 часов.

Дневная заработная плата руководителя и инженера определяется следующим образом:

Для инженера:

$$З_{\text{до.Инж}} = 172 \cdot 8 = 1376 \text{ руб.}$$

Для руководителя:

$$З_{\text{до.Рук}} = 300 \cdot 8 = 2400 \text{ руб.}$$

Заработная плата исполнителей за весь период проектирования:

Для инженера:

$$З_{\text{до.Инж}} = 1376 \cdot 107 = 147232 \text{ руб.}$$

Для руководителя:

$$З_{\text{до.Рук}} = 300 \cdot 8 = 48000 \text{ руб.}$$

Таблица 5.5 – Основная ЗП исполнителей

Исполнители	$З_{\text{дн}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{ВП}}$, руб.	$T_{\text{раб}}$, дн.	$З_{\text{осн}}$, руб
Руководитель	28652	0,3	0,2	1,3	147232	20	93 600

Инженер	15320	0,3	0,15	1,3	48000	107	277 532
Итого							371 132

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, 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.) [45].

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} \quad (5.10)$$

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (принимается равным 0,07).

$$З_{\text{доп}} = 0,07 \cdot 371132 = 25979 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{зп}} = 371132 + 25979 = 397111 \text{ руб.}$$

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной стадии расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников [45].

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (5.11)$$

$k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2017 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212 – ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30% [47].

$$З_{\text{Внеб}} = 0,3 \cdot 397111 = 119133,3 \text{ руб.}$$

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:

$$З_{\text{НАК}} = З_{\text{Тех.Пр}} \cdot k_{\text{НР}} \quad (5.12)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 120%.

$$З_{\text{НАК}} = 397111 \cdot 1,2 = 476533,2 \text{ руб.}$$

Формирование бюджета затрат проектирования

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.

Все расчеты затрат сведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Бюджет затрат

Наименование	Величина
Материальные затраты	197 489
Заработная плата исполнителей	397111
Отчисления во внебюджетные фонды	119133,3
Накладные расходы	476533,2
Итого	1 190 267

5.5.3 Смета затрат на оборудование высоковольтной и низковольтной части схемы

Смету затрат на оборудование составляем по результатам расчетов, представленных в разделе 1.

Таблица 5.7 – Общее капитальные затраты на покупку оборудования

№	Наименование	Ед.изм.	Кол – во	Сметная стоимость оборудования Руб.	Общая стоимость оборудования Руб.
1	ТМН 6300/110/6,3	шт	2	5 000 000	10 000 000
2	ТМ – 1000/6 – 0,4	ШТ.	4	464 000	1 856 000
3	СИП-2 3х70+1х54,6+1х25	м	1700	268,65	456 705
4	Выключатель LF3-6,3- 31,5/2500	шт.	4	272852,65	1091410.6
5	ВА – 57 – 35	шт.	10	3803,38	38033.8
6	ВА – 57 – 52	шт.	4	2633,76	7901.28
7	ВА – 52 – 39	шт.	3	3000	9000
8	ВА – 22 – 27	шт.	17	2146	36482
9	ВА – 21 – 27	шт.	23	2000	46000
10	АЕ2060	шт.	11	1331	14641
11	АЕ2540	шт.	6	425	2550
12	ВВГ-(3х50)+(1 х16)	м	2000	968,46	1936920
13	ВВГ-(3х120)+(1 х70)	м	950	2312,68	2197046
14	ВВГ-(3х95)+(1 х95)	м	200	2308,96	461792
15	ВВГ-(4х150)	м	150	2861,75	429262.5
16	ВВГ-(3х25)+(1 х25)	м	170	500,62	85105.4
17	ВВГ-(3х35)+(1 х16)	м	500	835,37	417685
18	ВВГ-(3х1,5)+(1 х1,5)	м	3800	36,86	140068
19	ВВГ-(3х16)+(1 х16)	м	200	416,97	83394
Итого					19 351 851

Суммарные капитальные затраты после проведения мероприятий оптимизаций 19 351 851 рублей.

$$K = K_{\text{ГП}} + K_{\text{ОБ}} + K_{\text{ВВ}} \quad (5.12)$$

$$K = 1190\,2676 + 19\,351\,851 = 31\,254\,527 \text{ руб.}$$

Расчет амортизационных отчислений:

$$A_{\text{Год}} = \frac{C_{\text{перв}} \cdot N_a}{100} \quad (5.13)$$

$A_{\text{Год}}$ – годовая сумма амортизационных отчислений;

$C_{\text{перв}}$ – первоначальная стоимость объекта;

N_a - норма амортизационных отчислений.

$$H_a = \frac{1}{T_c} \cdot 100\% \quad (5.14)$$

$T_c = 25$ лет – срок полезного использования объекта (в годах).

$$H_a = \frac{1}{25} \cdot 100\% = 4\%$$

$$A_{\text{год}} = \frac{31254527 \cdot 4}{100} = 1250181 \text{ руб.}$$

Вывод:

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. Общая продолжительность работ составляет 107 дней;

Произведена расчет заработной платы исполнителей;

Составлена смета технического проекта, которая позволила оценить первоначальный бюджет затрат на реализацию технического проекта. общая смета затрат составила 21 375 830 рублей.