

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

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|--|
| Проектирование системы электроснабжения металлургического комбината |

УДК 621.31.031.669

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|------------------|---------|------|
| 5А36 | Нигматзянов Д.Р. | | |

Руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Сарсикеев Е.Ж. | к.т.н. | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Зав. кафедрой | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--|--------------------|---------------------------|---------|------|
| 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 (ЭНИН)

Направление подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. зав. кафедрой ЭПП

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

| |
|----------------------------|
| бакалаврской работы |
|----------------------------|

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|--------------------------------|
| 5А36 | Нигматзянов Дмитрий Русланович |

Тема работы:

| | |
|---|--|
| Проектирование системы электроснабжения металлургического комбината | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | |

Срок сдачи студентом выполненной работы:

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|--|---|
| Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i> | <i>Объектом исследования является ремонтно-механический цех металлургического комбината. В качестве исходных данных представлены:</i> <ul style="list-style-type: none">- генеральный план завода;- план ремонтно-механического цеха;- сведения об электрических нагрузках завода;- сведения об электрических нагрузках ремонтно-механического цеха. |
|--|---|

| | |
|--|--|
| <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> | <p>- постановка задачи проектирования;</p> <p>- проектирование системы электроснабжения металлургического комбината;</p> <p>- рассмотрение особенностей трансформаторных подстанций в системах электроснабжения с последующим выбором цеховых трансформаторов;</p> <p>- обсуждение результатов выполненной работы;</p> <p>- разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»;</p> <p>- разработка раздела «Социальная ответственность»;</p> <p>- заключение.</p> |
| <p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p> | <p>- схема расположения ГПП и цеховых ТП с картограммой электрических нагрузок базы;</p> <p>- однолинейная схема внешнего электроснабжения базы;</p> <p>- однолинейная схема электроснабжения ремонтно-механического цеха</p> |
| <p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p> | |
| <p>Раздел</p> | <p>Консультант</p> |
| <p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p> | <p>Сергейчик Сергей Иванович</p> |
| <p>«Социальная ответственность»</p> | <p>Дашковский Анатолий Григорьевич</p> |

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

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|----------------|------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Сарсикеев Е.Ж. | к.т.н. | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-------------------|---------|------|
| 5А36 | Нигматзянов Д. Р. | | |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|----------------------------------|
| 5А36 | Нигматзянову Дмитрию Руслановичу |

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

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

| | |
|--|--|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Стоимость материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих ресурсов |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов | - |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования | На 2017 г. В соответствии с федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30% |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|------------------|---------|------|
| 5А36 | Нигматзянов Д.Р. | | |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| | |
|--------|----------------------------------|
| Группа | ФИО |
| 5А36 | Нигматзянову Дмитрию Руслановичу |

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

| | |
|--|--|
| <i>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования)</i> | <i>Рабочее место представляет собой помещение лаборатории, работа в которой производится проектирование системы</i> |
| <i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i> | <i>Технический регламент о требованиях пожарной безопасности от 22.07.2008 № 123-ФЗ, "О специальной оценке условий труда" от 28.12.2013 N 426-ФЗ</i> |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|--|--|
| 1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: | <ul style="list-style-type: none"> • Освещение рабочего места (аудитории) • Воздействие шума от ЭВМ и офисной техники • Электромагнитное излучение от монитора компьютера <i>Несоответствие параметров микроклимата (в аудитории)</i> |
| 2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности | <i>Электробезопасность</i> |
| 3. Охрана окружающей среды: | <i>Бытовые отходы. Отходы, образующиеся при поломке ПЭВМ.</i> |
| 4. Защита в чрезвычайных ситуациях: | <i>Наиболее вероятной ЧС, которая может возникнуть – это короткое замыкание проводки или пожар.</i> |
| 5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: | <i>Организация рабочего места при проектировании</i> |

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|-----------|---------------------------------|------------------------|---------|------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Доцент | Дашковский Анатолий Григорьевич | к.т.н., доцент | | |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|--------|--------------------------------|---------|------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 5А36 | Нигматзянов Дмитрий Русланович | | |

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 147 с., 19 рис, 38 источника, 2 приложения.

Ключевые слова: расчетная нагрузка, картограмма нагрузок, выбор трансформаторов, компенсация, электроснабжение цеха, выбор оборудования, проверка оборудования, однолинейная схема, ресурсоэффективность, социальная ответственность.

Объектом исследования является ремонтно-механический цех металлургического комбината.

Цель работы: Проектирование системы электроснабжения металлургического комбината. Экономическое обоснование принятых решений.

В процессе исследования произведен расчет нагрузок ремонтно-механического цеха и комбината в целом, выбор метода расчета производился на основе исходных данных, а также осуществлен выбор оборудования и его проверка при различных режимах работы.

В результате исследования была спроектирована конкретная модель электроснабжения металлургического комбината, представлена ее экономическая целесообразность и безопасность для окружающей среды.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики:

Металлургический комбинат состоит из пятнадцати цехов, из которых четыре относятся к третьей, а десять ко второй категории по степени надежности электроснабжения, напряжение питающей линии 110 кВ, внутризаводская сеть 10 кВ, рабочее напряжение внутри цехов 0,4 кВ.

Область применения: предприятия цветной и чёрной металлургии.

Оглавление

| | |
|---|----|
| Введение..... | 9 |
| 1. Исходные данные..... | 11 |
| 2. РАСЧЕТЫ..... | 14 |
| 2.1 Выбор схемы электроснабжения и расчет электрических нагрузок цеха.... | 14 |
| 2.2 Определение расчетных электрических нагрузок по цехам и по заводу в целом..... | 18 |
| 2.3 Построение картограммы и определение условного центра электрических нагрузок, зоны рассеяния условного центра электрических нагрузок..... | 22 |
| 2.4 Выбор числа и мощности трансформаторов ГПП | 26 |
| 2.5 Выбор и проверка питающих линий ГПП..... | 28 |
| 2.6 Выбор количества, мощности и расположения цеховых трансформаторных подстанций с учетом компенсации реактивной мощности..... | 32 |
| 2.7 Выбор и проверка внутризаводских линий..... | 38 |
| 2.8 Расчет потерь в КТП и внутризаводских линиях..... | 43 |
| 2.9 Расчет токов КЗ в сети напряжением выше 1 кВ..... | 46 |
| 2.10 Выбор и проверка высоковольтного оборудования..... | 50 |
| 2.12 Проектирование схемы электроснабжения ремонтно-механического цеха..... | 61 |
| 2.11.1 Выбор аппаратов защиты для отдельных ЭП и группы ЭП..... | 62 |
| 2.11.2 Выбор и проверка внутрицеховых линий..... | 65 |
| 2.11.3 Выбор силовых распределительных пунктов..... | 68 |
| 2.11.4 Выбор и проверка комплектных шинопроводов..... | 68 |
| 2.11.5 Выбор аппаратов защиты для ШРА..... | 69 |
| 2.11.6 Выбор аппарата защиты для кабельной линии, питающей цех..... | 70 |
| 2.11.7 Выбор аппарата защиты в сети напряжением 0,4 кВ. | 71 |
| 2.12. Расчет токов КЗ в сети ниже 1000 В..... | 72 |
| 2.13 Проверка внутрицеховой сети по потере напряжения. Построение эпюры отклонений напряжения от ГПП до наиболее мощного и удаленного ЭП..... | 79 |

| | |
|---|-----|
| 2.13.1 Расчет максимального режима..... | 81 |
| 2.13.2 Расчет минимального режима..... | 83 |
| 2.13.3 Расчет послеаварийного режима..... | 86 |
| 2.14 Построение карты селективности действия защитных аппаратов | 91 |
| Заключение..... | 93 |
| 3. Релейная защита двигателей 0,4 кВ..... | 95 |
| 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ..... | 98 |
| 4.1 Потенциальные потребители результатов исследования..... | 99 |
| 4.2. SWOT-анализ..... | 100 |
| 4.3 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований..... | 104 |
| 4.4 Организация работ технического проекта..... | 105 |
| 4.4.1 Структура работ в рамках технического проектирования..... | 105 |
| 4.4.2 Определение трудоемкости выполнения дипломной работы..... | 107 |
| 4.4.3 Разработка графика проведения научного исследования..... | 107 |
| 4.5 Составление сметы затрат на разработку данной работы..... | 111 |
| 4.5.1 Расчет материальных затрат..... | 111 |
| 4.5.2 Расчет полной заработной платы исполнителей темы | 112 |
| 4.5.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)..... | 113 |
| 4.5.4 Накладные расходы..... | 114 |
| 4.6 Формирование сметы затрат технического проекта..... | 114 |
| 4.7 Определение ресурсоэффективности проекта..... | 115 |
| 5. Социальная ответственность..... | 118 |
| 5.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды..... | 118 |
| 5.1.1 Анализ вредных факторов..... | 118 |
| 5.1.2 Освещение..... | 119 |
| 5.1.3 Микроклимат рабочего места..... | 120 |
| 5.2 Акустический шум..... | 123 |

| | |
|---|-----|
| 5.3 Электромагнитное излучения..... | 124 |
| 5.4 Эргономические требования к рабочему месту..... | 127 |
| 5.5 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды..... | 129 |
| 5.5.1 Электробезопасность..... | 129 |
| 5.5.2 Охрана окружающей среды..... | 132 |
| 5.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях..... | 133 |
| 5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 137 |
| 5.7.1 Социальное страхование от несчастных случаев на производстве (ФЗ №125)..... | 139 |
| 6. Вывод..... | 140 |
| Заключение..... | 141 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... | 143 |
| Приложение А – Однолинейная схема внешнего электроснабжения комбината..... | 146 |
| Приложение Б – Однолинейная схема электроснабжения ремонтно-механического цеха..... | 147 |

Введение

Данная выпускная квалификационная работа рассматривает проектирование системы электроснабжения металлургического комбината в целом и ремонтно-механического цеха в частности. Целью работы является проектирование системы электроснабжения такого предприятия и развитие способности решать практические вопросы проектирования системы электроснабжения.

Комбинат предполагает наличие нагрузки по степени надежности электроснабжения как 2 и 3 категории. В состав базы входят различные цеха, каждый из которых выполняет свою функцию в технологическом процессе.

Процесс выполнения выпускной квалификационной работы предусматривает следующие этапы:

1. Расчет нагрузки ремонтно-механического цеха;
2. Определение расчетной нагрузки всего комбината с учетом осветительной нагрузки каждого цеха и прилегающей территории, потерь мощности в трансформаторах цеховых подстанций, ГПП, а также в линиях;
3. Построение картограммы электрических нагрузок для дальнейшего наилучшего расположения ГПП на всей территории;
4. Выбор числа и мощности цеховых трансформаторных подстанций и расчет схемы внутризаводского электроснабжения.
5. Выбор сечения проводов и напряжения питающей предприятие сети, а также выбор мощности трансформаторов ГПП;
6. Расчет токов короткого замыкания в сети выше и ниже 1000В.

На последнем этапе проектируется электроснабжение ремонтно-механического цеха, которое включает в себя следующие этапы расчета:

1. распределение электроприемников по пунктам питания;
2. определение расчетных нагрузок;
3. выбор и проверка сечений питающих линий по допустимой токовой нагрузке и потере напряжения;

4. выбор защитных аппаратов;
5. построение эпюр отклонений напряжения для цепи от ГПП до наиболее мощного и удаленного ЭП;
6. расчет токов КЗ для построения карты селективности действия аппаратов защиты.

Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» отображает оценку технического проекта посредством SWOT-анализа функциональности разработанной системы электроснабжения базы по обслуживанию металлургического комбината. Рассматриваются организационно-технические вопросы, связанные со всеми видами работ исполнителей проекта.

В разделе «Социальная ответственность» производится оценка условий труда проектирующего персонала, анализ вредных и опасных факторов, пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

1. Исходные данные

Объектом исследования является металлургический комбинат в целом и его ремонтно-механический цех в частности.

Исходные данные:

Таблица 1.1 - Ведомость электрических нагрузок по цехам

| № п/п | Наименование потребителей (цехов) | P _н , кВт |
|----------|---------------------------------------|----------------------|
| 1. | Вагоноопрокидыватель | 390 |
| 2. | Отделение предварительного дробления | 1720 |
| 3. | Переворачивающая станция №1 | 650 |
| 4. | Закрытый склад угля | 450 |
| 5. | Отделение окончательного дробления №2 | 3310 |
| 6. | Отделение окончательного дробления №1 | 2700 |
| 7. | Ремонтно-механический цех | |
| 8. | Бункеры концентрата | 160 |
| 9. | Бункеры флотоконцентрата | 730 |
| 10. | Смесительное отделение №1 | 1450 |
| 11. | Смесительное отделение №2 | 1520 |
| 12. | Угольная башня №1 | 660 |
| 13. | Угольная башня №2 | 780 |
| 14. | Угольная башня №3 | 1000 |
| 15. | Переворачивающая станция №2 | 350 |

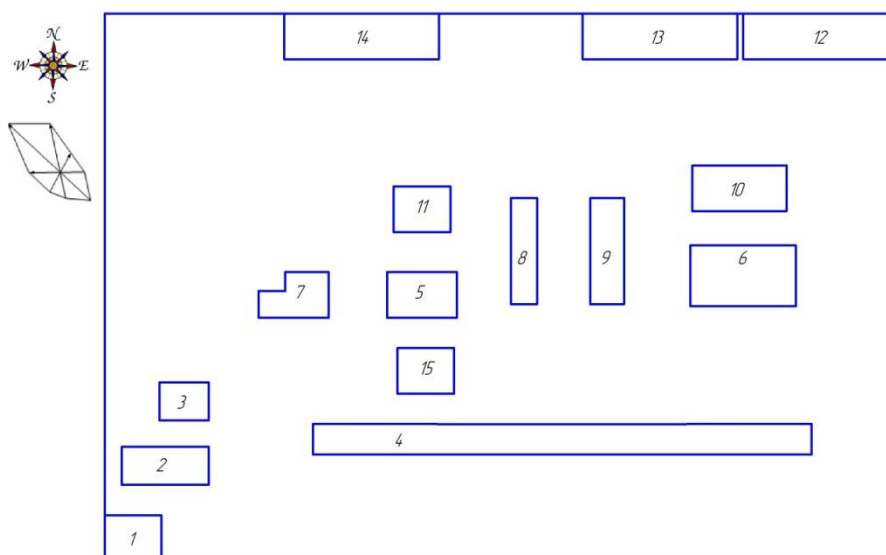


Рисунок 1 - Генплан металлургического комбината

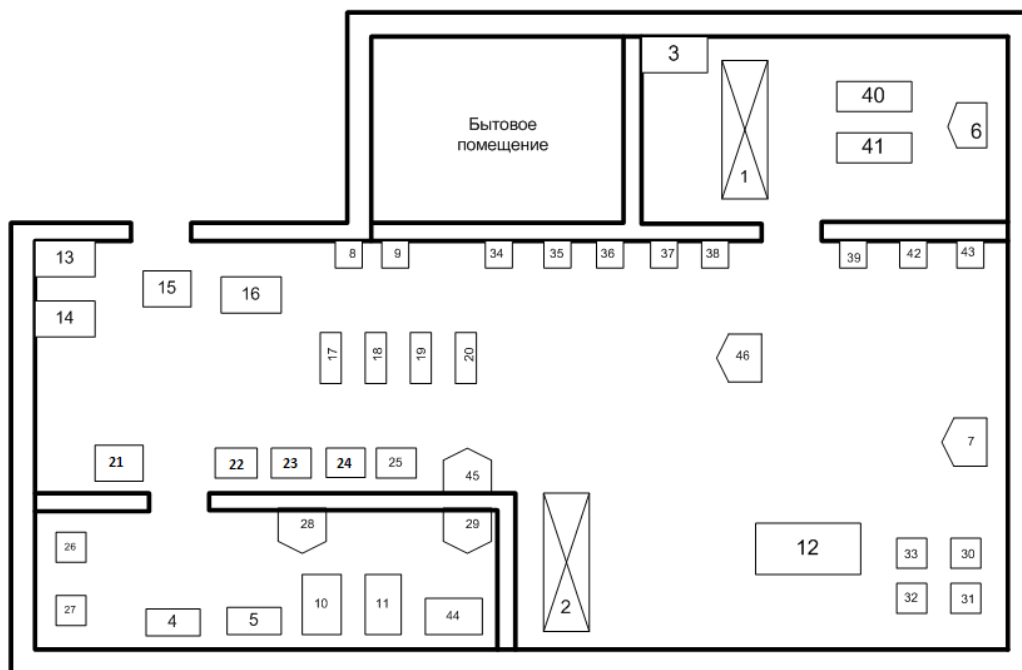


Рисунок 2- План ремонтно - механического цеха.

Описание технологического процесса

Металлургический завод (комбинат) — сложное многофункциональное предприятие, где взаимодействуют объекты основного технологического производства и обеспечивающие его вспомогательные службы и хозяйства, объекты и сооружения. К объектам основного производства металлургического комбината относятся цехи по изготовлению полупродукта или готовой продукции: агломерационные, коксохимические, доменные, сталеплавильные, прокатные и трубные. На коксохимических заводах это цехи по производству кокса и химический блок, на метизных — волочильные (проволочные), арматурные, собственно метизные и др., на трубных трубопрокатные, трубопрессовые, труболитейные и трубосварочные, цехи нанесения покрытий.

Вспомогательные хозяйства и службы должны обеспечить нормальное функционирование объектов основного производства. К ним относятся объекты и сооружения информационного сопровождения и обеспечения, внутризаводского транспорта, ремонтноинструментального хозяйства,

энергообеспечения и электроснабжения, складирования сырья и материалов, экологические и другие службы обеспечения надзора и безопасности, административно бытовые корпуса, здания и помещения.

Таблица 1.2 - Сведения об электрических нагрузках ремонтно-механического цеха

| Наименование | Номер по плану | $P_{уст}, \text{кВт}$ |
|--------------------------------|----------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Кран-балка ПВ=25% | 1,2 | 14 |
| Листозагибочная машина | 3 | 50 |
| Универсально-фрезерный станок | 6,7 | 13 |
| Токарно-револьверный станок | 10,11 | 3 |
| Токарно-винторезный станок | 4,5 | 2 |
| Настольно-сверлильный станок | 13-16,26,27 | 10 |
| Резьбонарезной полуавтомат | 17-20 | 8 |
| Заточной станок | 8,9 | 25 |
| Фрезерный станок с ЧПУ | 44 | 50 |
| Точильно-шлифовальный станок | 21-25 | 23 |
| Радиально-сверлильный станок | 28,29 | 55 |
| Универсально-заточной станок | 30-33 | 19 |
| Плоскошлифовальный станок | 12 | 2 |
| Полировальный станок | 40,41 | 10 |
| Сварочная машина ПВ=25% | 42,43 | 6 |
| Сварочная кабина ПВ=40% | 34-39 | 1,5 |
| Вертикально-сверлильный станок | 45,46 | 14 |

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью данного раздела является обоснование целесообразного использования конденсаторных батарей (БК), необходимых для компенсации реактивной мощности. В данной квалификационной работе нет высоковольтной нагрузки (синхронные двигатели), которые вырабатывали бы необходимую реактивную мощность (РМ) для обеспечения надежной и экономичной работы системы электроснабжения металлургического комбината. Будет рассмотрено три варианта подключения конденсаторных батарей:

1. Установка БК в сети выше 1 кВ;
2. Установка БК в сети ниже 1 кВ;
3. Смешанная установка БК.

В таблице 3.1 приведены необходимые данные для трех вариантов.

Таблица 3.1 - Данные для определения места установки БК

| Варианты | Тип БК | | Количество БК | | Суммарная реактивная мощность, кВАр | |
|----------|--------------------|------------------|---------------|-----------|-------------------------------------|-----------|
| | Ниже 1 кВ | Выше 1 кВ | Ниже 1 кВ | Выше 1 кВ | Ниже 1 кВ | Выше 1 кВ |
| 1 | АУКРМ-0,4-200-4-50 | - | 26 | - | 5200 | - |
| 2 | АУКРМ-0,4-425-9-25 | УКРМ-10,5-300-У1 | 11 | 2 | 4675 | 600 |

Стоимость каждого варианта приведена в таблице 3.2.

| Варианты | Стоимость, руб. |
|----------|-----------------|
| 1 | 499858,14 |
| 2 | 667436,32 |

Разница цен между этими вариантами обусловлена увеличенной стоимостью.

3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. В зависимости от категории потребителей (коммерческие организации, физические лица) необходимо использовать соответствующие критерии сегментирования.

Заказчиками данного проекта являются предприятия цветной и черной металлургии, коксохимические производства и другие предприятия, которые добывают и перерабатывают различные металлы.

На выбор вариантов установки БК оказывают влияние следующие факторы (критерии сегментирования):

1. Преобладание в предприятии высоковольтной нагрузки;
2. Преобладание в предприятии низковольтной нагрузки.

На основании этих критериев построим карту сегментирования рынка таблица 3.1.1.

Таблица 3.1.1 - Карта сегментирования

| Заводы | Высоковольтная нагрузка | Низковольтная нагрузка |
|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Черная металлургия | 1,3 | 2,3 |
| Коксохимическая | 1,3 | 2,3 |
| Цветная металлургия | 1,3 | 2,3 |

3.2.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ является инструментом стратегического менеджмента и представляет собой комплексное исследование технического проекта. SWOT-анализ позволит оценить сильные и слабые стороны проекта, а также его возможности и угрозы.

Для проведения SWOT-анализа составляется матрица SWOT, в которую записываются слабые и сильные стороны проекта, а также возможности и угрозы. При составлении матрицы SWOT удобно использовать следующие обозначения: С - сильные стороны проекта; Сл - слабые стороны проекта; В - возможности; У - угрозы;

Таблица 3.2.3.1 - SWOT-анализ

| | | |
|---|---|--|
| | <p>Сильные стороны проекта: С1. Дешевизна оборудования С2. Экологичность технологии. С3. Низкие потери активной мощности С4. Легкость монтажа, эксплуатации системы;</p> | <p>Слабые стороны проекта: Сл1. Ступенчатое регулирование реактивной мощности Сл2Зависимость генерируемой мощности от напряжения Сл3.Невозможность потребления реактивной мощности</p> |
| <p>Возможности: В1. Использование современных автоматических выключателей для защиты; В2. Введение регулируемых БК. В3. Увеличение производительности электрооборудования</p> | <p>В1С1С2С4; В2С2С3С4;</p> | <p>В2Сл2; В3Сл2;</p> |

| | | |
|---|--------------|---|
| <p>Угрозы:</p> <p>У1. Появление конкурирующих компаний</p> <p>У2. Финансовые затруднения</p> <p>У3. Введения дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации продукции</p> | <p>У3С1;</p> | <p>У2Сл1;</p> <p>У3Сл1Сл2;</p> <p>;</p> |
|---|--------------|---|

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации.

При построении интерактивных матриц используются обозначения аналогичные самой матрицы SWOTс дополнением знаков (+,-) для подробного представления наличия возможностей и угроз проекта («+» - сильное соответствие; «-» - слабое соответствие; «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».).

Анализ интерактивных матриц, приведенных в таблицах 3.2.3.2 и 3.2.3.4, показывает, что сильных сторон у проекта значительно больше, чем слабых. Кроме того, угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

Таблица 3.2.3.2 – Интерактивная матрица возможностей

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

Таблица 3.2.3.3 – Интерактивная матрица возможностей

| | Слабые стороны | | | |
|-------------|----------------|-----|-----|-----|
| Возможности | | Сл1 | Сл2 | Сл3 |
| | B1 | - | 0 | - |
| | B2 | - | + | - |
| | B3 | - | - | - |

Таблица 3.2.3.4 – Интерактивная матрица угроз

| | Слабые стороны | | | |
|--------|----------------|-----|-----|-----|
| Угрозы | | Сл1 | Сл2 | Сл3 |
| | У1 | - | - | - |
| | У2 | + | - | - |
| | У3 | + | + | - |

Таблица 3.2.3.5 – Интерактивная матрица угроз

| | Сильные стороны | | | | |
|--------|-----------------|----|----|----|----|
| Угрозы | | C1 | C2 | C3 | C4 |
| | B1 | - | - | - | - |
| | B2 | - | - | - | - |
| | B3 | + | - | - | - |

При разработке технического проекта системы электроснабжения предприятия инженер нацелен на проектирование с возможно большим внедрением сильных сторон. Это влияет, прежде всего, на качество и востребованность спроектированной системы электроснабжения, что немало важно для потребителей.

Не исключен случай, когда какая-либо одна из слабых сторон окажется наиболее сильным фактором, негативно влияющим на работу системы электроснабжения, чем все вместе взятые сильные стороны. Для данного случая таким фактором может быть Сл2 - «Зависимость генерируемой мощности от напряжения». Так как при снижении напряжения, из-за перегрузки, КЗ в сети, уменьшается подача реактивной мощности от БК. В следствии этого, могут остановиться ЭП для работы, которых необходима РМ.

3.3 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

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

Проблемой исследования является нахождение наиболее оптимального варианта установки БК, который бы соответствовал требованиям по электробезопасности и надежности, экономичности. Выбранный вариант должен иметь минимальные значения потерь электроэнергии, затраты и долгий срок службы.

В качестве морфологических характеристик рассмотрим: средства защиты, расположение БК, автоматическое управление. Составим морфологическую матрицу.

Таблица 3.3.1 - Морфологическая матрица

| | 1 | 2 |
|------------------------------|----------------|------------------|
| А. Средство защиты | Предохранители | Выключатели |
| Б. Расположение БК | Наружное | Внутренние |
| В. Автоматическое управление | Автоматическое | Неавтоматическое |

Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений.

1. А1Б1В2;

2. А2Б2В1.

3.4 Организация работ технического проекта

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке: определение структуры работ в рамках технического проектирования; определение участников каждой работы; установление продолжительности работ; построение графика проведения проектирования системы электроснабжения металлургического комбината.

3.4.1 Структура работ в рамках технического проектирования

Для выполнения проектирования формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и дипломник. Составлен перечень этапов и работ в рамках проведения проектирования и произведено распределение исполнителей по видам работ.

Номерам этапов соответствуют следующие виды выполняемых работ, представленные в таблице 3.4.1.1:

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

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

№ 3 - Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия – расчет электрических нагрузок методом коэффициента активной мощности;

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

№ 5 - Проектирование системы внутрицехового электроснабжения – расчет нагрузок по цеху с учетом загруженности всех ЭП, выбор защитной аппаратуры, выбор КЛ на 0,4 кВ;

№ 6 -Проведение графических построений - построение схемы внутризаводского электроснабжения с расчетом и нанесением картограммы

нагрузок по заводу, построение схемы внутрицехового электроснабжения, карты селективности, эпюры отклонения напряжения.

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

№ 8 - Составление пояснительной записки – оформление результатов проектной деятельности;

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

№10 -Подготовка к защите ВКР - подготовка презентации и ответного слова, согласование с преподавателем для защиты перед аттестационной государственной комиссией.

Таблица 3.4.1.1 - Перечень этапов работ и распределение исполнителей

| Основные этапы | № | Содержание работ | Исполнитель |
|--|---|---|--------------|
| Разработка технического задания | 1 | Составление и утверждение технического задания (схем моделирования, проектирования) | Руководитель |
| Выбор направления технического проектирования завода | 2 | Подбор и изучение материалов по теме | Инженер |
| Расчёты и проектирование системы электроснабжения металлургического завода | 3 | Проведение расчётов электрических нагрузок предприятия | Инженер |
| | 4 | Проектирование системы внутризаводского электроснабжения | Инженер |
| | 5 | Проектирование системы внутрицехового электроснабжения | Инженер |
| | 6 | Графические построения | Инженер |

Продолжение таблицы 3.4.1.1

| | | | |
|-------------------------------------|----|---|--------------|
| Обобщение и оценка результатов | 9 | Оценка эффективности полученных результатов | Руководитель |
| Разработка технической документации | 10 | Оценка надежности полученных результатов | Руководитель |

3.4.2 Определение трудоемкости выполнения дипломной работы

Трудовые затраты в большинстве случаях образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования 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:

$$t_{\text{ож}1} = \frac{3 \cdot t_{\text{min}1} + 2 \cdot t_{\text{max}1}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4,$$

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

$t_{\text{min}i}$ - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\text{max}i}$ - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы чел.-дн.

Продолжительность каждой работы в рабочих днях, учитывая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, так как работа выполняется в индивидуальном порядке, соответственно продолжительность каждой работы будет равна:

$$T_{\text{pi}} = t_{\text{ож}i} = 1,4,$$

3.4.3 Разработка графика проведения научного исследования

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

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

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

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

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

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.

Определим коэффициент календарности на 2017 год:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,478.$$

Таблица 3.4.2.1 – Данные для построения диаграммы Ганта

| Наименование работы | Трудоёмкость работ | | | | | | Длительность работ в рабочих днях T_{pi} | | Длительность работ в календарных днях T_{ki} | |
|--|----------------------|----|----------------------|----|---------------------|------|--|------|--|----|
| | t_{min} , чел-дни. | | t_{max} , чел-дни. | | $t_{ож}$, чел-дни. | | | | | |
| Составление и утверждение технического задания | НР | Д | НР | Д | НР | Д | НР | Д | НР | Д |
| Подбор и изучение материалов по теме | 1 | - | 2 | - | 1,4 | - | 1,4 | - | 2 | - |
| Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия | - | 2 | - | 5 | - | 3,2 | - | 3,2 | - | 5 |
| Проектирование системы внутризаводского электроснабжения | - | 10 | - | 12 | - | 10,8 | - | 10,8 | - | 16 |
| | 1 | 18 | 2 | 20 | 1,4 | 18,8 | 1,4 | 18,8 | 2 | 28 |
| Проектирование системы внутрицехового электроснабжения | 1 | 20 | 2 | 25 | 1,4 | 22 | 1,4 | 22 | 2 | 33 |
| Проведение графических построений и обоснований | - | 4 | - | 5 | - | 4,4 | - | 4,4 | - | 7 |
| Оценка эффективности полученных результатов | 1 | 4 | 2 | 5 | 1,4 | 4,4 | 1,4 | 4,4 | 2 | 7 |
| Составление пояснительной записки | - | 3 | - | 4 | - | 3,4 | - | 3,4 | - | 5 |
| Проверка работы | 1 | - | 2 | - | 1,4 | - | 1,4 | - | 2 | - |
| Сдача и защита | 1 | 2 | 2 | 3 | 1,4 | 2,4 | 1,4 | 2,4 | 2 | 4 |

Таблица 3.4.2.2– Диаграмма Ганта

| № | Вид работ | Исполнители | Тк _i , кал.дн | Продолжительность работ | | | | | | | | | | | | | |
|----|--|--------------|-----------------------------|-------------------------|---|------|---|---|--------|---|---|-----|---|---|------|---|--|
| | | | | февр | | март | | | Апрель | | | Май | | | Июнь | | |
| | | | | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| 1 | Составление и утверждение технического задания | Руководитель | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Подбор и изучение материалов по теме | Инженер | 5 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия | Инженер | 16 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Проектирование системы внутризаводского электроснабжения | Руководитель | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Инженер | 28 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Проектирование системы внутрицехового электроснабжения | Руководитель | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Инженер | 33 | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Проведение графических построений и обоснований | Инженер | 7 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Оценка эффективности полученных результатов | Руководитель | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Инженер | 7 | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Составление пояснительной записки | Инженер | 5 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Проверка работы | Руководитель | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Сдача и защита | Руководитель | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Инженер | 4 | | | | | | | | | | | | | | |

3.5 Составление сметы затрат на разработку данной работы

Смета затрат – полный расчет затрат на создание технического проекта. Смета затрат включает в себя следующие статьи: материальные затраты; полная заработная плата исполнителей технического проекта; отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления); накладные расходы.

3.5.1 Расчет материальных затрат

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

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

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

где m – количество видов материальных ресурсов;

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

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

Таблица 3.5.1.1 – Материальные затраты

| Наименование | Количество | Цена за ед., руб. | Затраты на материалы, (Z_m), руб. |
|----------------------|------------|----------------------|---|
| Бумага | 1 | 250 | 250 |
| Ручка | 2 | 84 | 168 |
| Папка | 1 | 50 | 52 |
| Калькулятор | 1 | 722 | 722 |
| Линейка- Рейсшина | 1 | 25 | 25 |
| Итого | | | 1225 |

3.5.2 Расчет полной заработной платы исполнителей темы

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

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

где $З_{\text{доп}}$ - основная заработная плата; $З_{\text{осн}}$ - дополнительная заработная плата.

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

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{д}} \cdot T_{\text{р}}$$

где $З_{\text{д}}$ -среднедневная заработная плата работника, руб.;

$T_{\text{р}}$ -продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн..

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

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

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

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

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.; $З_{\text{допл}}$ – доплаты и надбавки, руб.; $З_{\text{р.к.}}$ – районная доплата, руб.; $F_{\text{д}}$ – количество рабочих дней в месяце (26 при 6-дневной рабочей неделе, 22 при 5-дневной рабочей неделе), раб. дн. Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 3.5.2.2.

Таблица 3.5.2.2-Расчёт основной заработной платы

| Исполнители | Зтс, руб | Здопл, руб | Зр.к., руб | Зм, руб | Здн, руб | Зосн, руб |
|--------------|----------|------------|------------|---------|----------|-----------|
| Руководитель | 23250 | 2200 | 7639 | 33089 | 1273 | 15276 |
| Инженер | 2344 | 350 | 808 | 3502 | 135 | 14143 |
| Итого | | | | | | 29419 |

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

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

$$З_{\text{накл}} = K_{\text{нр}} \cdot (\text{затраты на техн. проект}) = 0,16 \cdot (1,2 + 33,41 + 1,1) = 7,15 \text{ тыс. руб.},$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15) [21].

Расчёт полной заработной платы приведён в таблице 3.5.2.3.

Таблица 3.5.2.3 - Расчет полной заработной платы

| Исполнители | Кдоп | Здопл, руб | Здоп, руб | Зполн, руб |
|--------------|------|------------|-----------|------------|
| Руководитель | 0,15 | 15276 | 2291 | 17567 |
| Инженер | 0,12 | 14143 | 1697 | 15840 |
| Итого | | | | 33407 |

3.5.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

На основании пункта 1 ст.58 Федерального закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2017 году вводится пониженная ставка – 30 %.

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (29419 + 3988) = 10088,9 \text{ руб.}$$

3.5.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не включенные в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование

материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д.

$$З_{\text{накл}} = K_{\text{нр}} \cdot (\text{затраты на техн. проект}) = 0,16 \cdot (1,2 + 33,41 + 1,1) = 7,15 \text{ тыс. руб.},$$

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16%.

3.6 Формирование сметы затрат технического проекта

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

Определение бюджета затрат на технический проект приведен в таблице 3.6.1.

Таблица 3.6.1 – Смета затрат технического проекта

| Наименование статьи | Сумма, тыс. руб | Доля, % |
|---|--------------------|---------|
| 1. Материальные затраты | 1,2 | 2,31 |
| 2. Затраты по полной заработной плате исполнителей темы | 33,41 | 64,42 |
| 3. Отчисления во внебюджетные фонды | 10,1 | 19,48 |
| 4. Накладные расходы | 7,15 | 13,79 |
| 5. Итого | 51,86 | 100 |

Смета затрат на разработку технического проекта составляет 51,86 тыс.руб, из которых более половины (64,42 %) составляют затраты на оплату труда. Все результаты проекта оказались ожидаемы и могут быть реализованы.

3.7 Определение ресурсоэффективности проекта

Определение ресурсоэффективности проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности по формуле [21]:

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

$$I_p - \text{исп1} = 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + \\ + 5 \cdot 0,18 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,07 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 = 4,6,$$

Где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности; a_i – весовой коэффициент разработки; b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Оценку характеристик проекта проведем на основе критериев, соответствующих требованиям к системе электроснабжения промышленных предприятий:

1. Экономичность: оптимизация затрат на электрическую часть предприятия на стадии проектирования приводит к их уменьшению на доли процентов, в абсолютном же измерении речь идет об экономии значительных средств.

2. Гибкость: возможность частых перестроек технологии производства и развития предприятия.

3. Безопасность: обеспечение безопасности работ, как для электротехнического персонала, так и для не электротехнического;

4. Обеспечение надлежащего качества электроэнергии: качество электроэнергии, удовлетворяющее требованиям ГОСТ 13109-97.

5. Надежность: бесперебойное снабжение электроэнергией в пределах допустимых показателей ее качества и исключение ситуаций, опасных для людей и окружающей среды.

6. Простота и удобство в эксплуатации: возможность использования персоналом более доступного, автоматизированного и адаптивного по конструкции техническим характеристикам электрооборудования на предприятии.

7. Энергоэффективность: использование меньшего количества энергии для обеспечения установленного уровня потребления энергии в зданиях либо при технологических процессах на производстве.

Критерии ресурсоэффективности и их количественные характеристики приведены в таблице 3.7.1.

Таблица 3.7.1 Сравнительная оценка характеристик проекта

| Критерии | Весовой коэффициент | Бальная оценка разработки | |
|--|---------------------|---------------------------|------|
| | | 1 | 2 |
| 1. Экономичность | 0,15 | 4 | 3,5 |
| 2. Гибкость | 0,1 | 4 | 4 |
| 3. Безопасность | 0,15 | 5 | 4 |
| 4. Обеспечение надлежащего качества электроэнергии | 0,18 | 5 | 4,5 |
| 5. Надежность | 0,2 | 5 | 3,5 |
| 6. Простота и удобства в эксплуатации | 0,07 | 5 | 3 |
| 7. Энергоэффективность | 0,15 | 4 | 3,5 |
| Итого | 1 | 4,6 | 3,77 |

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности технического проекта с первым вариантом составит:

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

$$I_p - \text{исп1} = 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + \\ + 5 \cdot 0,18 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,07 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 = 4,6,$$

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электроснабжение промышленных предприятий: учебное пособие/ Л.П. Сумарокова; Томский политехнический университет.- Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. - 288 с.
2. Расчет проектирования систем электроснабжения объектов и установок: учебное пособие/ А.В. Кабышев, С.Г. Обухов. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. - 248 с.
3. Схемы и подстанции электроснабжения: Справочник: учебное пособие.- М.: ИД "Форум": ИНФРА-М, 2009. - 480 с. - (Высшее образование).
4. Правила устройства электроустановок: Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. – Новосибирск: Сиб. Унив. Изд-во, 2009. – 853 с., ил.
5. Гост 839-80. Межгосударственный стандарт. Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи.
6. Элементы энергосбережения в электроснабжении промышленных предприятий: учебное пособие/ Г.Н. Климова, А.В. Кабышев. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. - 189 с.
7. Energozapad.ru [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://energozapad.ru/kompensator-reaktivnoy-moschnosti-k/>, -свободный.- Загл. с экрана. Дата обращения [20.02.16].
8. Ensb.tomsk.ru [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://ensb.tomsk.ru/corporate_banking/rates_and_prices/, -свободный.- Загл. с экрана. Дата обращения [20.02.16].
9. Elprivod.ru [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.elprivod.ru/pricekrm/index.html>, - свободный.- Загл. с экрана. Дата обращения [20.02.16].
10. k-ps.ru [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://k-ps.ru/spravochnik/kabeli-silovyie/s-bumajnoi-izolyaciei/aablg-10kv/>, - свободный.- Загл. с экрана. Дата обращения [01.03.16].

11. k-ps.ru [Электронный ресурс] - Режим доступа: [http://k-ps.ru/spravochnik/kabeli-silovye/s-pvx-izolyacziej-\(0,66;-1kv\)/avvgzng/](http://k-ps.ru/spravochnik/kabeli-silovye/s-pvx-izolyacziej-(0,66;-1kv)/avvgzng/),- свободный.- Загл. с экрана. Дата обращения [01.03.16].

12. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. - 4-е изд., стереотип. - Е.: Издательство АТП, 2015 год.-. 648с., ил.

13. Naladka.by [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.naladka.by/user/file/SGF.pdf/>,- свободный.- Загл. с экрана. Дата обращения [03.03.16].

14. Energospes.ru [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.energospes.ru/catalog/product/497/>,- свободный.- Загл. с экрана. Дата обращения [05.03.16].

15. Tavrida-ua.com [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://tavrida-ua.com/products/vacuumswitch.html>,- свободный.- Загл. с экрана. Дата обращения [06.03.16].

16. Cab.oilru.ru [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.cab.oilru.ru/catalog/group/product/?2197/>,- свободный.- Загл. с экрана. Дата обращения [10.03.16].

17. Forca.ru [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://forca.ru/info/spravka/tehnicheskie-harakteristiki-plavkih-predohraniteley-pk-i-pktn.html>,- свободный.- Загл. с экрана. Дата обращения [15.03.16].

18. Forca.ru [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://forca.ru/spravka/razryadniki-i-opn/opn-p-6-opn-p-10-uhl1-zeu.html>,- свободный.- Загл. с экрана. Дата обращения [16.03.16].

19. Низковольтные автоматические выключатели: учебное пособие / А.В. Кабышев, Е.В. Тарасов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 346 с.

20. Emna.ru [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.emna.ru/katalog/schit/schitki_pr8501_8503.htm,- свободный.- Загл. с экрана. Дата обращения [18.03.16].

21. Томпсон А.А., Стрикленд Дж.А. Стратегический менеджмент: концепции и ситуации для анализа, 12-е издание: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2006 – 928 с.
22. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. – Томск: ТПУ, 2014. – 37 с.
23. СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий.
24. ГОСТ 12.1.005-97ССБТ Система стандартов безопасности труда.
25. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
26. ГОСТ 12.1.003-83 “Шум. Общие требования безопасности.”.
27. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
28. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.:Госкомсанэпиднадзор, 2003.
29. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 “Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.”
30. ГОСТ 12.1.002 – 84 “Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах ”.
31. СанПиН 2.2.4.723 –98 Переменные магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях. Санитарные правила и нормы.
32. Гост 12.1.006-84 “Электромагнитные поля радиочастот допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля”.
33. 17. ГОСТ Р 50571.3-94 “Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защиты от поражения электрическим током.”

34. Федеральный закон РФ от 22.07.2008г. №123 ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
35. Виханский О.С. Стратегическое управление. – М.: Гардарика, 2009. – 164 с.
36. Постановление Администрации г. Томска от 11.11.2009, №1116 (с изменениями от 24.12.2014) “Об организации сбора, вывоза, утилизации и переработки бытовых и промышленных отходов на территории муниципального образования "Город Томск".”.
37. Постановление Правительства РФ от 03.09.2010 №681 “Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств.”
38. ГОСТ 12.1.004-91, СС5Т “Пожарная безопасность. Общие требования.”