

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Рябиченко Сергей Николаевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 14.03.2022 09:51:29  
Уникальный программный ключ:  
3143b550cd4cbc5ce335fc548df581d670cc4b

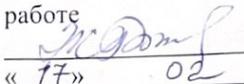
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ  
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ  
“КРАСНОДАРСКИЙ МОНТАЖНЫЙ ТЕХНИКУМ”

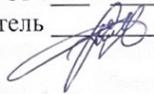
---



**Методические указания**  
по организации, оформлению и выполнению дипломного проекта  
для студентов, обучающихся по специальности  
08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация  
электрооборудования промышленных и  
гражданских зданий

РАССМОТРЕНО  
на заседании Методического совета  
Протокол от « 17 » 02 2022 № 3  
Председатель  - О.Е. Зобенко

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора по учебной  
работе  Ж.Г. Рувина  
« 17 » 02 2022

ОДОБРЕНО  
на заседании цикловой методической  
комиссии  
Протокол от « 13 » 01 2022 № 5  
Председатель  С.В. Тиунов

Методические указания по организации, оформлению и выполнению дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий содержат основные правила и требования к оформлению текстовых и графических документов, и рекомендации по оформлению дипломных проектов. Разработаны в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий.

Методические указания предназначены для студентов техникума, обучающихся по специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий, а также для руководителей дипломных проектов. Методические указания содержат достаточно полный материал, необходимый для выполнения обучающимися дипломного проекта.

Авторы:  
Тиунов С.В., преподаватель ГБПОУ КК «КМТ»  
Федин В.С., преподаватель ГБПОУ КК «КМТ»

## Содержание

Введение	4
1 Общие вопросы дипломного проектирования	5
2 Состав проекта	6
3 Перечень вопросов, необходимых к рассмотрению в пояснительной записке дипломного проектирования	7
4 Методические указания по выполнению и защите дипломных проектов	11
5 Методические указания по выполнению расчётной части дипломного проекта	14
Заключение	36
Список использованных источников	37
Приложение А. Пример оформления титульного листа	39
Приложение Б. Пример оформления задания на дипломное проектирование	41
Приложение В. Пример оформления состава проекта	43
Приложение Г. Пример оформления содержания	44
Приложение Д. Пример списка использованных источников	45
Приложение Е. Указания по заполнению основной надписи и дополнительных граф к ней	46
Приложение Ж. Пример оформления основной надписи	47

## Введение

Настоящая работа предназначена для студентов специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий. В ней рассматриваются вопросы дипломного проектирования, даются методические указания по оформлению текстовых и графических материалов и выполнению расчётной части дипломного проекта.

Состав дипломного проекта рассматривается на заседании цикловой методической комиссии специальности и утверждается её председателем.

Дипломный проект является самостоятельным комплексным научно-практическим исследованием, завершающим изучение студентом учебных дисциплин и профессиональных практик по соответствующей специальности в соответствии с основной профессиональной образовательной программой среднего профессионального образования.

Работа студентов над проектом производится под руководством дипломного руководителя. Руководитель проекта направляет работу студентов, подсказывает возможные варианты решений, методы расчёта, контролирует принятые решения.

Перед началом проектирования студентам необходимо уяснить поставленную задачу в целом, составить вместе с дипломным руководителем график работы.

Для уменьшения ошибок и сохранения времени расчётов необходимо использовать вычислительную технику, однотипные расчёты рекомендуется сводить в таблицы, где указываются исходные данные и результаты расчетов. В проекте должны использоваться действующие государственные стандарты (ГОСТы), правила, на которые необходимо ссылаться в дипломном проекте. Любые отступления от требований единой системы конструкторских документаций (ЕСКД) в проекте не допускаются.

Выполненный проект проверяется руководителем, после этого руководитель составляет письменный отзыв о проекте с указанием качества проекта.

Дипломный проект является завершающей самостоятельной работой студента. Она характеризует способность студентов самостоятельно решать практические вопросы в области проектирования, технологии и организации монтажа электрооборудования промышленных предприятий и гражданских зданий, позволяет быстрее адаптироваться на производстве.

Темы дипломных проектов, предлагаемых студентам специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий, неразрывно связаны с вопросами электроэнергетики и являются актуальными на сегодняшний день.

Информационно-техническое обеспечение, необходимое для выполнения дипломного проекта обучающимися:

- персональный компьютер (ПК);
- раздаточный материал (соответствующий список использованной литературы).

## 1 Общие вопросы дипломного проектирования

Дипломный проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графического материала. Расчетно-пояснительная записка является техническим документом и оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 2.105-2019 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

Первым листом пояснительной записки является титульный лист. На нем указывается название учебного заведения, код и наименование специальности (08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий), год выполнения дипломного проекта, наименование темы дипломного проекта, фамилия исполнителя, руководителя проекта. Пример титульного листа приведен в приложении А.

На обратной стороне титульного листа следует лист с подписью нормоконтроллера дипломного проекта. Пример данного листа приведен в приложении А.

За титульным листом следует лист «Задание», который выдается руководителем дипломного проектирования. Пример листа с выдачей задания приведен в приложении Б.

Затем следует лист «Состав проекта», где указаны наименования графических материалов и пояснительная записка. Пример состава проекта представлен в приложении В.

На четвёртом листе выполняется содержание пояснительной записки с указанием номера листа каждого раздела пояснительной записки и содержание основной надписи (штампа). В содержание записки включаются разделы и подразделы с порядковыми номерами. Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту). Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы. Пример содержания приведен в приложении Г.

Листы пояснительной записки нумеруются, а в содержании указывается номер листа каждого раздела и подраздела.

«Список использованных источников» является завершающим листом пояснительной записки и включается в содержание. Пример листа «Список использованных источников» приведен в приложении Д.

Обозначение документа, например, 08.02.09.ДП.001.ПЗ расшифровывается следующим образом: 08.02.09 – код специальности; ДП – дипломный проект; 001 – номер по приказу «О закреплении тем, руководителей дипломных проектов за студентами специальности 08.02.09» (номер задания проекта); ПЗ – пояснительная записка.

Темы дипломных проектов рассматриваются на заседании цикловой методической комиссии специальности, согласовываются с заместителем директора по методической работе, и утверждаются заместителем директора техникума по учебной работе. Тема дипломного проекта выбирается обучающимися из списка утверждённых тем, и согласовываются с руководителем дипломного проектирования.

## **2 Состав проекта**

Цикловая методическая комиссия специальности представляет следующий состав дипломного проекта по специальности 08.02.09, из которого руководитель дипломного проекта определяет задание для студентов.

Общий объём дипломного проекта должен составлять:

- пояснительная записка (ПЗ) – 45-50 страниц;
- графическая часть (ГЧ) – 4-5 листов формата А1.

### **3 Перечень вопросов, необходимых к рассмотрению в пояснительной записке дипломного проектирования**

3.1 Ориентировочный перечень вопросов, разрабатываемых в пояснительной записке при использовании в качестве объекта промышленного цеха (участка цеха):

1) Характеристика объекта. Исходные данные на разработку проекта (назначение объекта, особенности технологического процесса, перечень технологического оборудования, описание строительной части, категория надежности электроснабжения, условия среды, род тока и напряжения, система распределения электроэнергии и т.д.)

2) Схемы, конструктивное исполнение электрических сетей на напряжение до 1000 В и выбор комплектных устройств

3) Светотехнический расчет

4) Расчет электрических нагрузок

5) Компенсация реактивной мощности

6) Выбор числа и мощности силовых трансформаторов. Выбор типа и месторасположения цеховых ТП

7) Расчет высоковольтной линии

8) Расчет силовой сети на напряжение до 1000 В, выбор пускозащитных аппаратов

9) Расчет осветительной сети

10) Расчет токов короткого замыкания на стороне 0,4 кВ

11) Расчет заземляющего устройства

12) Ведомость объемов ЭМР

13) Лимитно-комплектная ведомость

14) Ведомость машин, механизмов, приспособлений и инструментов

15) Технологические карты на производство ЭМР

16) Организация приемки-сдачи выполненных ЭМР

17) Ведомость изделий и работ в МЭЗ

18) Трубозаготовительные ведомости

19) Наладка электрооборудования

20) Указания по технике безопасности, пожарной и экологической безопасности

3.2 Ориентировочный перечень вопросов, разрабатываемых в пояснительной записке при использовании в качестве объекта гражданского здания (административного, жилого помещения):

1) Характеристика объекта. Исходные данные на разработку проекта

2) Светотехнический расчет

3) Расчет электрических нагрузок

4) Компенсация реактивной мощности

5) Выбор числа и мощности силовых трансформаторов. Выбор типа и месторасположения ТП

6) Расчет высоковольтной линии

7) Расчет силовой сети на напряжение до 1000 В

8) Расчет осветительной сети

- 9) Расчет токов короткого замыкания на стороне 0,4 кВ
- 10) Расчет заземляющего устройства
- 11) Ведомость объемов ЭМР
- 12) Лимитно-комплектовочная ведомость
- 13) Ведомость машин, механизмов, приспособлений и инструментов
- 14) Технологические карты на производство ЭМР
- 15) Организация приемки-сдачи выполненных ЭМР
- 16) Ведомость изделий и работ в МЭЗ
- 17) Трубозаготовительные ведомости
- 18) Наладка электрооборудования
- 19) Указания по технике безопасности, пожарной и экологической безопасности

3.3 Ориентировочный перечень вопросов, разрабатываемых в пояснительной записке при использовании в качестве объекта завода с несколькими зданиями:

- 1) Характеристика объекта. Исходные данные на разработку проекта
- 2) Светотехнический расчет
- 3) Расчет электрических нагрузок
- 4) Компенсация реактивной мощности
- 5 Выбор числа и мощности силовых трансформаторов. Выбор типа и месторасположения ТП
- 6) Выбор и расчет схемы внешнего электроснабжения
- 7) Выбор числа и мощности трансформаторов главной понизительной подстанции
- 8) Выбор и расчет схемы внутреннего электроснабжения предприятия напряжением выше 1000 В
- 9) Расчет токов короткого замыкания и выбор основного оборудования системы электроснабжения
- 10) Ведомость объемов ЭМР
- 11) Лимитно-комплектовочная ведомость
- 12) Ведомость машин, механизмов, приспособлений и инструментов
- 13) Технологические карты на производство ЭМР
- 14) Организация приемки-сдачи выполненных ЭМР
- 15) Ведомость изделий и работ в МЭЗ
- 16) Трубозаготовительные ведомости
- 17) Наладка электрооборудования
- 18) Указания по технике безопасности, пожарной и экологической безопасности

3.4 Ориентировочный перечень вопросов, разрабатываемых в пояснительной записке при использовании в качестве объекта подстанции (ПС):

- 1) Характеристика объекта. Исходные данные на разработку проекта
- 2) Выбор и расчет параметров питающих элементов исходной схемы
- 3) Выбор числа и мощности силовых трансформаторов
- 4) Выбор сечений проводов питающих линий
- 5 Расчет токов короткого замыкания
- 6) Составление схемы понизительной подстанции

- 7) Компоновка подстанции
- 8) Выбор и проверка электрооборудования подстанции
- 9) Расчет заземляющего устройства подстанции
- 10) Расчет молниезащиты подстанции
- 11) Ведомость объемов ЭМР
- 12) Ведомость машин, механизмов, приспособлений и инструментов
- 13) Технологические карты на производство ЭМР
- 14) Организация приемки-сдачи выполненных ЭМР
- 15) Ведомость изделий и работ в МЭЗ
- 16) Трубозаготовительные ведомости
- 17) Наладка электрооборудования
- 18) Указания по технике безопасности, пожарной и экологической безопасности

3.5 Ориентировочный перечень чертежей, разрабатываемых в графической части (4-5 листов):

- 1) Схема электрическая расположения силовой сети на плане
- 2) Схема электрическая расположения сети освещения на плане
- 3) Схема электрическая принципиальная
- 4) Схема принципиальная распределительной силовой и осветительной сети
- 5) Схема принципиальная КТП
- 6) Однолинейная электрическая принципиальная схема силовой и осветительной сети
- 7) Схема принципиальная управления электроприводом
- 8) Схема соединений управления электроприводом
- 9) Монтажные блоки и узлы
- 10) Технологическая схема производственного процесса
- 11) Схема электрическая силовой сети и сети освещения
- 12) Схема принципиальная, однолинейная ВРУ
- 13) Однолинейная схема питания ГПП
- 14) Центр электрических нагрузок предприятия
- 15) Картограмма нагрузок предприятия
- 16) Генеральный план завода
- 17) Схема электроснабжения завода с нанесенной картограммой нагрузок
- 18) Схема структурная электроснабжения завода
- 19) План и разрез подстанции
- 20) Различные монтажные узлы, блоки, схемы, используемые в соревнованиях WorldSkills Russia по компетенции «Электромонтаж», соответствующей тематике дипломного проектирования.

**Примечание:** состав проекта, объем разделов корректируется руководителем проекта.

## 4 Методические указания по выполнению и защите дипломных проектов

Необходимо помнить, что студент (дипломник) является единственным автором проекта и поэтому единолично отвечает за принятые в проекте решения, точность выполнения расчетов, грамотное изложение пояснительной записки и правильность изготовления чертежей. Руководитель проекта только направляет его работу над проектом, подсказывает возможные варианты решений, методы расчета, контролирует принятые решения и т.п.

Перед началом проектирования студенту необходимо уяснить поставленную в проекте задачу в целом и, только после этого, приступить к работе над проектом. Нельзя забывать, что проект представляет комплекс связанных между собой вопросов.

Выполнение разделов дипломного проекта должно выполняться в сроки определённые графиком выполнения дипломного проекта.

При работе над проектом следует:

а) организовать работу так, чтобы с минимальными затратами труда и времени более полно осветить вопросы, поставленные в задании на проектирование;

б) стремиться к самостоятельному решению всех вопросов, которые необходимо отразить в проекте;

в) показать способность правильного применения теоретических положений и практических методов по специальным дисциплинам;

г) уметь обосновать принятые решения и четко формулировать свои мысли;

д) использовать достижения в области науки и техники, новейшую электромонтажную технологию и передовые методы организации и экономики электромонтажных работ;

е) пользоваться специальной технической литературой.

В процессе консультаций у руководителя студент (дипломник) проверяет принятые в проекте решения и получает указания по дальнейшей работе над проектом. Руководитель отмечает степень готовности проекта студентом (дипломником) и сообщает в учебную часть результаты работы над проектом.

Выполненный проект (пояснительная записка и чертежи) подписывается студентом и проходит нормоконтроль, где проверяется соответствие проекта требованиям ЕСКД. На дипломный проект руководитель составляет письменный отзыв с указанием оценки качества проекта.

В отзыве отмечается соответствие проекта выданному заданию, правильность принятых решений, использование новейших достижений науки и техники, прогрессивных методов электромонтажных работ, современной нормативной и технической справочной литературы. Оценивается качество выполненной работы, грамотность и логичность изложения материала пояснительной записки, правильность выполнения чертежей. Указываются недостаточно проработанные вопросы и грубые ошибки.

Защита дипломных проектов производится на открытых заседаниях Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК). Для доклада дипломнику предоставляется 15-20 мин. За это время необходимо изложить задание на проектирование, рассказать о принятых технических решениях с их обоснованием,

отметить последовательность выполнения электромонтажных работ, организацию работ, мероприятия по охране труда. В докладе необходимо останавливаться на основных узловых вопросах, не вдаваясь в подробности. Логическому и последовательному изложению материала помогает план доклада и краткие тезисы.

Во время доклада и дальнейшей защиты своего дипломного проекта, обучающийся может использовать видеопроектор или интерактивную доску для демонстрации своей презентации по теме своего дипломного проекта.

После окончания доклада члены комиссии зачитывают отзыв руководителя проекта и задают вопросы дипломнику. По результатам сообщения дипломника, его ответов на вопросы, отзывам руководителя проекта и рецензента с учетом среднего балла за весь период обучения и с учётом оценок членов ГЭК комиссией выносятся общая оценка дипломного проекта и дипломнику присуждается квалификация «Техник».

## 5 Методические указания по выполнению расчётной части дипломного проекта

### 5.1 Характеристика объекта с исходными данными на разработку проекта

Для выполнения дипломного проекта студенту необходимо подобрать материал для выполнения дипломного проекта. Исходными данными являются:

- план задания с установленным технологическим оборудованием, его характеристикой и мощностью;
- характеристика производственного процесса;
- характеристика помещений и условий работы электрооборудования;
- сведения об источниках питания и другие данные.

Задание для выполнения дипломного проекта выдается на основании материалов, которые следует подобрать в процессе прохождения преддипломной практики.

В данном разделе приводятся основные сведения об объекте:

- назначение объекта;
- особенности технологического процесса;
- перечень технологического оборудования;
- наименования помещений;
- описание строительной части;
- категория надежности электроснабжения;
- условия и характер среды;
- род тока и напряжения;
- система распределения электроэнергии.

### 5.2 Схемы, конструктивное исполнение электрических сетей на напряжение до 1000 В и выбор комплектных устройств

Питание силовых электроприёмников напряжением до 1000В может осуществляться по радиальным, магистральным и комбинированным схемам. При выборе схемы учитываются единичная мощность электроприёмников, их размещение, характер производства, надежность электроснабжения, расположение подстанции, конструктивное исполнение сети.

Радиальные схемы рационально применять в производственных корпусах, состоящих из отдельных помещений, при неравномерном размещении электроприёмников по площади цеха или их сосредоточении на отдельных участках цеха.

Питание электроприёмников при такой схеме выполняется от цеховой ТП через силовые распределительные пункты (далее – РП), мощные электроприёмники могут быть подключены непосредственно к силовому щиту цеховой подстанции. К РП электроприёмники подключаются либо независимо друг от друга, либо цепочкой (не более трех электроприёмников).

Количество РП определяется числом подключаемых к ним распределительных линий и установленных в РП защитных аппаратов (предохранителей, автоматов). Типы РП выбираются по справочным данным. Размещать РП следует в местах, удобных

для обслуживания, не загромождая транспортных проездов и не мешая производственному процессу.

Питающие и распределительные линии выполняются проводами или кабелями с прокладкой в лотках, коробах, трубах. Трассы линий прокладываются по кратчайшему расстоянию с учетом установленного технологического оборудования, строительной части и требований промышленной эстетики. При прокладке трасс необходимо, если возможно, исключить случаи обратного направления питания электроприёмников, считая по направлению передачи электроэнергии.

Магистральные схемы применяются при размещении электроприёмников рядами по площади цеха. Конструктивно схемы выполняются шинопроводами или кабелями.

Применение шинопроводов магистральных (ШМА) и, соответственно, схемы «блок трансформатор-магистраль» рационально при передаче больших нагрузок (1000-1500 А и более).

Шинопроводы распределительные (ШРА, ШРМ) могут получать питание по кабельным линиям или проводам непосредственно от подстанции или от магистральных шинопроводов. От шинопроводов до электроприёмников питание может выполняться проводами в трубах, металлических рукавах, лотках.

Шинопроводы устанавливаются на стойках или крепятся к строительным частям здания на кронштейнах либо подвесках. При размещении шинопроводов вдоль рядов электроприёмников необходимо обеспечивать удобство обслуживания рабочих мест.

Ряды небольших по мощности электроприёмников рационально питать по магистральным схемам с применением модульных проводок. Последние выполняются проводами в трубах и комплектуются штепсельными разъемами, устанавливаемыми через определенное расстояние (модуль).

Каждый из электроприёмников, подключаемых через разъем, должен иметь защиту от перегрузок и коротких замыканий. Модульные проводки могут подключаться к РП или распределительному шинопроводу.

Комбинированные схемы радиально-магистральную или магистрально-радиальную применяют с учетом размещения электроприёмников и технологии производственного процесса.

В пояснительной записке необходимо обосновать выбор схемы и пояснить ее конструктивное исполнение. Технические данные силовых распределительных шкафов, шинопроводов, используемой в них защитной аппаратуры и электрооборудования, не поставляемого комплектно с технологическим оборудованием, приводятся в списке использованных источников.

### 5.3 Светотехнический расчет

Для выполнения светотехнического расчета необходимы следующие материалы:

- поэтажный план и характерные разрезы с указаниями помещения;
- планы размещения производственного оборудования и его эксплуатации (технологические чертежи);
- чертежи подъёмно-транспортных устройств, санитарно-технической части, технологических трубопроводов, металлических и железобетонных конструкций;
- генеральный план территории (при необходимости проектирования

наружного освещения);

- характеристики технологического процесса, оборудования;
- характеристику источников питания.

Эти исходные данные студентам необходимо получить при прохождении производственной и преддипломной практики.

Разработку проекта освещения следует производить в соответствии с условиями среды в помещениях, причём, особо строго, в полном соответствии с «правилами устройства электроустановок» (ПУЭ), должны быть установлены группы и категории среды.

#### 5.4 Расчёт электрических нагрузок на стороне 0,4 кВ

Одним из основных этапов проектирования является определение электрических нагрузок объекта. Правильное определение электрических нагрузок для всех элементов силовой сети имеет большое хозяйственное значение. Завышение нагрузки приводит к перерасходу проводникового материала и удорожанию строительства, занижение нагрузки может привести к уменьшению пропускной способности электрической сети и к невозможности обеспечения нормальной работы силовых электроприемников (далее – ЭП).

По результатам расчёта электрических нагрузок производится выбор источников питания (трансформаторной подстанции (далее – ТП), силовых щитов), мощности и места подключения конденсаторных установок, выбор сечений проводников электрических линий, расчёт и выбор защиты.

Электрической нагрузкой называется мощность или ток, потребляемые ЭП.

Различают следующие виды нагрузок:

- установленная (номинальная) мощность ЭП, кВт – это мощность, которая указана в паспорте ЭП;
- средняя (сменная) активная и реактивная ( $P_{см}$  и  $Q_{см}$ ) мощность – это средняя мощность, потребляемая ЭП за наиболее загруженную смену;
- максимальная (расчётная) мощность или ток – это средняя нагрузка за наиболее загруженные тридцать минут в смене, эта нагрузка так и называется – тридцатиминутный максимум, именно по расчётной мощности производится выбор электрооборудования и проводников электрической сети;
- пиковая нагрузка (пиковый ток) – это кратковременный ток, который возникает при пусках электродвигателей.

Основные коэффициенты:

- коэффициент использования ( $K_{и}$ ) активной мощности – это отношение средней активной мощности одного ЭП или группы ЭП ( $P_{см}$ ) к установленной мощности ( $P_{у}$ ):

$$K_{и} = \frac{P_{см}}{P_{у}}; \quad (1)$$

- коэффициент максимума ( $K_{м}$ ) активной мощности – это отношение расчётной (максимальной) мощности к сменной мощности:

$$K_M = \frac{P_p}{P_{CM}}; \quad (2)$$

При определении электрических нагрузок можно пользоваться следующими методами:

- метод упорядоченных диаграмм (метод коэффициента максимума);
- метод коэффициента спроса;
- метод удельного потребления электрической энергии на единицу продукции;
- метод удельной плотности электрической нагрузки на 1 м<sup>2</sup> производственной площади.

В настоящее время основным методом расчёта электрических нагрузок является метод упорядоченных диаграмм, который рекомендуется применять для расчёта электрических нагрузок промышленных предприятий. Для расчёта электрических нагрузок общественных зданий и коммунальных предприятий рекомендуется применять метод коэффициента спроса.

Исходными данными для расчёта являются номинальные данные всех ЭП, их технологическое назначение и их размещение на плане цеха. Расчёт выполняется по узлам питания системы электроснабжения в следующем порядке:

В соответствии с этим методом все электроприемники условно делятся на две группы:

группа А – длительный меняющийся режим работы;

группа Б – длительный маломеняющийся режим работы.

Номинальная мощность электроприемников принимается равной:

- для электродвигателей продолжительного режима работы

$$P_{ном} = P_{пасп}; \quad (3)$$

- для электродвигателей повторно-кратковременного режима работы

$$P_{ном} = P_{пасп} \sqrt{ПВ_{пасп}}; \quad (4)$$

- для сварочных машин и электропечных трансформаторов

$$P_{ном} = P_{пасп} \sqrt{ПВ_{пасп}} \cdot \cos \varphi; \quad (5)$$

Расчетная нагрузка для электроприемников группы А определяется по формуле:

$$P_p = k_M \cdot P_{CM}; \quad (6)$$

где  $P_p$  – расчетная активная мощность, кВт;

$P_{CM}$  – средняя мощность за наиболее загруженную смену, кВт;

$P_M$  – коэффициент максимума активной мощности.

Расчет среднесменных нагрузок производился по группам А и Б на основании формул:

$$P_{CM} = K_M \cdot \sum_{i=1}^n P_{ном}; \quad (7)$$

$$Q_{CM} = P_{CM} \cdot \operatorname{tg} \varphi; \quad (8)$$

где  $P_{CM}$  – среднесменная активная нагрузка, кВт;

$Q_{см}$  – среднесменная реактивная нагрузка, квар;

$K_{и}$  – коэффициент использования активной мощности.

Значение коэффициента максимума зависит от коэффициента использования группы электроприемников и приведенного числа этих электроприемников. Приведенное число электроприемников определяется по формуле

$$n_{прив.} = \frac{(\sum_{i=1}^n P_{ном.i})^2}{\sum_{i=1}^n P_{ном.i}^2}; \quad (9)$$

Если  $K_{и} \geq 0,2$  и  $m = P_{ном.max}/P_{ном.min} > 3$ , то приведенное число электроприемников можно определить по формуле

$$n_{прив.} = \frac{2 \cdot P_{ном.}}{P_{max}}; \quad (10)$$

По значению  $K_{и}$  и полученному значению  $n_{прив.}$  определяется значение коэффициента максимума. При этом расчетная реактивная нагрузка равна:

При  $n_{прив.} \leq 10$ :

$$Q_p = 1,1 \cdot Q_{см}; \quad (11)$$

При  $n_{прив.} \geq 10$ :

$$Q_p = Q_{см}; \quad (12)$$

Данная методика используется при  $n_{прив.} \geq 4$ . При  $n_{прив.} < 4$  принимается:

$$P_p = \sum_{i=1}^n P_{ном.i}; \quad (13)$$

$$Q_p = P_p \cdot tg\varphi; \quad (14)$$

При  $n > 3, n_{прив.} < 4$  принимаем:

$$P_p = K_з \cdot P_{ном.}; \quad (15)$$

Для электроприемников группы Б допускается принять  $K_{м} = 1$ , тогда для них получим следующие расчетные формулы:

$$P_p = P_{см}; \quad (16)$$

$$Q_p = Q_{см}; \quad (17)$$

Полная расчетная мощность равна:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}; \quad (18)$$

а расчетный ток равен:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}; \quad (19)$$

где  $U_{ном}$  – номинальное напряжение электроприемников.

#### 5.4 Компенсация реактивной мощности

Средствами компенсации реактивной мощности на промышленных

предприятиях могут быть синхронные двигатели (СД) и батареи конденсаторов (БК).

Компенсация при напряжении 6 (10) кВ может выполняться синхронными двигателями и БК, а при напряжении 0,38 (0,66) кВ – только БК.

Установка БК в сетях напряжением до 1000 В позволяет снизить мощность трансформаторов цеховой ТП или уменьшить нагрузку питающих линий, подключая БК к шинопроводам или силовым РП.

Компенсация реактивной мощности или повышение коэффициента мощности электроустановок промышленных предприятий, имеет большое народно-хозяйственное значение.

Повышение коэффициента мощности, или уменьшение потребления реактивной мощности от системы электроснабжения снижает потери активной мощности и повышает напряжение.

Мероприятия по уменьшению потребления реактивной мощности могут проводиться двумя способами: естественными и искусственными.

К естественным мероприятиям относятся:

- упорядочение технологического процесса;
- устранение режима работы асинхронных двигателей без нагрузки (холостого хода) путем установки ограничителей холостого хода, когда продолжительности межоперационного периода превышает 10 мин;
- повышение качества ремонта двигателей, при котором сохраняют их номинальные данные.

К искусственным относятся:

- установка конденсаторных установок;
- использование синхронных двигателей в качестве компенсаторов.

Сущность искусственных методов заключается в том, что эти установки вырабатывают реактивную мощность для двигателей, тем самым разгружая электрические сети и генераторы электростанций.

Основным искусственным мероприятием для повышения коэффициента мощности является применение конденсаторной установки.

При выборе средств компенсации, определении места их подключения в схеме электроснабжения необходимо руководствоваться положениями, изложенными в литературе.

Мощность, которую необходимо компенсировать, определяется по формуле

$$Q_{ккУ} = P_{м}(tg\varphi_{м} - tg\varphi_{опт}), \quad (20)$$

где  $P_{м}$  – мощность активной нагрузки цеха в часы максимума энергосистемы, кВт

$tg\varphi_{м}$  – фактический тангенс угла

## 5.5 Выбор числа и мощности силовых трансформаторов

Выбор номинальной мощности трансформатора в однострансформаторной подстанции производится из условий обеспечения питания всех электроприемников, присоединенных к подстанции. На действующих предприятиях при наличии суточного графика потребителя номинальную мощность трансформатора следует выбирать не по максимальной нагрузке потребителя, а по

величине средней мощности в наиболее загруженной смене из характерных суток. Если мощность трансформатора выбирать по максимальной нагрузке потребителя, то в периоды средних, а тем более минимальных нагрузок трансформатор будет недогружен, а, следовательно, его номинальная мощность будет завышена. Поэтому выбранную мощность трансформатора по средней нагрузке потребителя проверяют на допустимую перегрузочную способность, т. е. сможет ли трансформатор в часы максимальных нагрузок покрыть за счет допустимой перегрузочной способности максимальную нагрузку потребителя.

Если известны расчётная максимальная мощность объекта  $S_M$  и коэффициент допустимой перегрузки  $\beta_{т.доп.}$ , то номинальную мощность трансформатора, кВА можно определить по формуле

$$S_{нт} = \frac{S_M}{N \cdot \beta_T}, \quad (21)$$

где  $\beta_T$  – коэффициент загрузки трансформатора;

$N$  – количество трансформаторов.

Величины  $\beta_T$  и  $N$  определяются категорией по степени надёжности электроснабжения.

### 5.6 Выбор типа и месторасположения цеховых ТП

Правильный выбор числа и мощности трансформаторов на подстанциях промышленных предприятий является одним из основных вопросов рационального построения СЭС. От правильного размещения подстанций на территории промышленных предприятиях, а также от числа подстанций и мощности трансформаторов, установленных в каждой подстанции, зависят экономические показатели и надёжность системы электроснабжения потребителей. Трансформаторные подстанции следует приблизить к центру питаемых ими групп потребителей, так как при этом сокращается протяженность низковольтных сетей, снижаются сечения проводов и жил кабелей, а это приводит к значительной экономии цветных металлов и снижению потерн энергии. Снижаются также капитальные затраты на сооружение сетей.

При проектировании СЭС следует учитывать, что для питания цеховых потребителей служат главным образом комплектные трансформаторные подстанции (КТП), располагаемые возможно ближе к центру нагрузок. Их выполняют как внутрицеховые подстанции, встраиваемые в здание цеха или в пристроенное к нему помещение. Отдельно стоящие подстанции целесообразны при питании от одной подстанции нескольких цехов, во взрывоопасных помещениях, при невозможности размещения их в цехе по технологическим условиям.

Наиболее просты и дешевы одотрансформаторные подстанции. При наличии на предприятии резервных трансформаторов эти подстанции обеспечивают надёжное электроснабжение потребителей третьей категории.

В проекте необходимо указать место установки трансформаторной подстанции.

### 5.7 Расчёт высоковольтной линии

Нагрузка при напряжении 10,5 кВ определяется номинальной мощностью

трансформатора КТП. Расчет нагрузки сводится к определению номинального тока первичной обмотки цехового трансформатора.

5.8 Расчет силовой сети на напряжение до 1000В, выбор пускозащитных аппаратов

Трёхфазные четырёх- и пятипроводные линии при питании симметричных нагрузок должны иметь сечения нулевых рабочих (N) проводников, равное сечению фазных проводников, если фазные проводники имеют сечение до 16 мм<sup>2</sup> по меди и 25 мм<sup>2</sup> по алюминию, а при больших сечениях – не менее 50 % сечения фазных проводников.

Сечения нулевых защитных (РЕ) проводников должно равняться:

- сечению фазных проводников, если фазные проводники имеют сечение до 16 мм<sup>2</sup>;

- 16 мм<sup>2</sup>, при сечении фазных проводников от 16 до 35 мм<sup>2</sup>;

- 50 % сечения фазных проводников при больших сечениях фазных проводников.

Все силовые шкафы должны быть укомплектованы блоком клеммных зажимов типа БЗ 24 (или аналог) для нулевого рабочего проводника «N».

Выбор блоков клеммных зажимов типа БЗ 24 для нулевого рабочего проводника «N» в дипломном проекте не производится, так как эта аппаратура поступает комплектно с оборудованием.

Для защиты людей от поражения электрическим током при неисправности изоляции или при непреднамеренном контакте открытыми проводящими частями электроустановки, а также для предотвращения возгораний и пожаров, проектом предусматривается комплекс защитных электротехнических мероприятий, включающих:

- применение устройств защитного отключения (УЗО);

- применение нулевого защитного проводника (РЕ);

- зануление металлических корпусов стационарных электроприёмников.

Для защиты линий, питающих штепсельные розетки применение УЗО обязательно.

Внутрицеховые электрические сети напряжением до 1 кВ различаются между собой по многим конструктивным признакам. Конструкции сетей зависят от материала проводников, способов изоляции, условий окружающей среды, от степени ответственности электроустановки, от характера нагрузки и других факторов. Расчет силовой сети заключается в выборе сечений проводов и кабелей питающей и распределительной сети, в определении рационального типа защиты, в выборе пусковой аппаратуры и выборе низковольтных распределительных устройств.

Сечения проводов и кабелей выбираются по нагреву длительным током нагрузки в соответствии с положениями, приведенными в литературе.

За расчетный ток питающей линии принимают максимальный ток, а за расчетный ток распределительных линий к индивидуальным электроприемникам – их номинальный ток.

Питающие сети проверяют на потерю напряжения. Если расчетная потеря

напряжения превышает допустимую величину (до 5%), то выбранные по нагреву сечения увеличивают.

При годовом числе часов использования максимума нагрузки более 5000 ч (предприятия трехсменной работы) сечения выбирают по экономической плотности тока с последующей проверкой на нагрев и потерю напряжения.

### 5.9 Расчёт осветительной сети

Сечение проводников осветительной сети должно обеспечивать достаточную механическую прочность, прохождение тока нагрузки без перегрева сверх допустимых температур, необходимые уровни напряжения у источников света, срабатывание защитных аппаратов при коротких замыканиях, соответствие току аппаратуры защиты.

Из сечений проводников, выбранных по этим условиям, выбирается наибольшее.

В проекте применяются кабели с медными жилами.

Однофазные линии в проекте выполняются трёхпроводными.

Для защиты людей от поражения электрическим током при неисправности изоляции или при непреднамеренном контакте открытыми проводящими частями электроустановки, а также для предотвращения возгораний и пожаров, проектом предусматривается комплекс защитных электротехнических мероприятий, включающих:

- применение нулевого защитного проводника (РЕ);
- зануление металлических корпусов стационарных электроприёмников.

Исходными данными для расчёта являются расчётная осветительная нагрузка, которые определяются в разделе «Светотехнический расчет» и схема размещения светильников на плане помещения.

5.10 Расчет токов короткого замыкания (КЗ) на стороне 0,4 кВ и проверка защитной аппаратуры на способность их отключения тока КЗ.

При проектировании СЭС учитывается не только нормальные режимы работы ЭУ, но и аварийные режимы. Наиболее опасным аварийным режимом является режим короткого замыкания. В проекте проводится расчет токов КЗ на стороне 0,4 кВ и проверка защитной аппаратуры на способность отключения тока КЗ. С целью обеспечения автоматического отключения аварийного участка, проводимость фазных и нулевых защитных проводников должно быть выбрана такой, чтобы при возникновении короткого замыкания срабатывала защита отключения.

При расчете токов КЗ на стороне 0,4 кВ, следует учитывать, что электроустановки промышленных предприятий напряжением до 1000 В обычно получают питание от электрических систем через понижающие трансформаторы. Мощность трансформаторов цеховых подстанций находится в пределах 160-2500 кВА. Наиболее часто на этих подстанциях устанавливают трансформаторы мощностью  $S_{ном} = 100, 160, 250, 400, 630, 1000, 1600$  кВА.

Если мощность КЗ ( $S_K$ ) на шинах высшего напряжения  $S_K > 50 \cdot S_T$ , то периодическая составляющая токов КЗ будет неизменной, т.е. можно считать, что данная электроустановка питается от системы неограниченной мощности. В этом

случае сопротивление системы можно не учитывать. В большинстве случаев это соотношение имеет место в системах электроснабжения промышленных предприятий, что применимо к теме дипломного проекта.

На величину ТКЗ в сетях до 1000 В существенное влияние оказывают сопротивления таких элементов короткозамкнутой сети, как провода небольшой длины, кабели, трансформаторы тока, токовые катушки автоматических выключателей и др., сопротивления контактных соединений, особенно контактов аппаратов, распределительных устройств; переходные сопротивления в месте КЗ.

В четырехпроводных сетях (3ф+0) при возникновении короткого замыкания защитный аппарат должен автоматически отключить аварийный участок цепи.

Традиционное решение вопросов защиты сети и электроприёмников предусматривает использование автоматов с электромагнитным расцепителем или предохранителей для защиты сети от КЗ и использование автомата с электромагнитным расцепителем, магнитного пускателя с тепловым реле для защиты электродвигателей. В пожаро- и взрывоопасных производствах следует применять защиту от КЗ и перегрузок сетей автоматами с комбинированными расцепителями.

Если аппарат защиты не обеспечивает надежного отключения КЗ, то на линии необходимо установить промежуточный аппарат с меньшим током срабатывания или предусмотреть уменьшение активного сопротивления проводников петли «фаза-нуль» увеличением их сечения (прежде всего нулевого проводника). Если этих мер будет недостаточно, следует изменить конфигурацию распределительной сети с уменьшением сопротивления цепи КЗ.

Отключающая способность  $I_{пред}$  аппарата защиты должна соответствовать максимальным возможным токам КЗ. Максимальным будет ток трехфазного КЗ на зажимах самого проверяемого аппарата.

По условиям пожарной безопасности пускозащитная аппаратура (ПЗА) устанавливается на панелях, в щитах, шкафах и блоках управления (их называют распределительными устройствами или РУ) так, чтобы возникающие в них искры и электрические дуги не могли быть источником взрыва, пожара, травмы или порчи оборудования. Сами РУ должны располагаться в местах удобных для обслуживания с учетом конфигурации электрической сети (в местах, где общая протяженность проводников сети будет минимальной). Установка РУ во взрывоопасных зонах запрещается. Исключения составляют осветительные щитки специального взрывозащищенного исполнения.

В разделе «Расчет силовой сети на напряжение до 1000 В, выбор пускозащитных аппаратов» дипломного проекта определен тип защиты, и произведен расчет расцепителей защитной аппаратуры. Определены токи установки и токи отсечки автоматов. Выбранная защитная аппаратура удовлетворяет первым трем условиям, предъявляемым при выборе защитной аппаратуры.

В данном разделе производится проверка защитной аппаратуры:

- обеспечивать надежное отключение ЭУ при возникновении КЗ в наиболее удаленном от ПЗА месте.

- ПЗА должны выдерживать действие тока КЗ на его зажимах, т.е. ПЗА не должен разрушаться при защитном срабатывании.

Порядок расчета

1. Проверяем автомат на надежность отключения тока КЗ

Защита обеспечивается надежно, если выполняется одно из условий чувствительности:

$$\frac{I_{к.з(к)(1)}}{I_{ср.эл.м}} \geq 1,4 \text{ и } \frac{I_{к.з(к)(1)}}{I_{н.тепл}} \geq 3; \quad (22)$$

Чтобы автомат не разрушился при отключении тока КЗ должно выполняться условие  $I_{пред} \geq I_{кз}$ .

Для решения задачи определяем токи КЗ в расчетных точках:

- максимальный ток 3-ф КЗ на выводах автомата QF2, точка К1,
- минимальный ток 1-ф КЗ в конце защищаемой цепи, точка К2.

Для расчета токов КЗ определяем сопротивления элементов схемы.

Сопротивления прямой последовательности.

2. Проверяем автомат по надежности отключения тока КЗ в начале линии, т.е. по предельной отключающей способности. Максимальное значение тока КЗ будет при трехфазном КЗ. Предельная отключающая способность будет обеспечена, если выполняется условие  $I_{пр,а} > I_{кз}$ .

Если условие выполняется, следовательно, выбранный автомат надежно защитит электрический двигатель мощностью, требуемая ПУЭ степень надёжности действия защитного аппарата обеспечивается.

### 5.11 Расчет заземляющего устройства

Прикосновение человека к частям ЭУ, находящимся под напряжением вызывает поражение электрическим током. Для защиты человека от поражения электрическим током должна применяться по крайней мере, одна из следующих мер: заземление, зануление, защитное отключение, разделяющий трансформатор, малое напряжение, двойная изоляция и др. В ЭУ до 1 кВ с глухо-заземленной нейтралью должно быть выполнено зануление. Применение в таких ЭУ заземления корпусов ЭП без их зануления не допускается.

ПУЭ оговаривает части ЭУ, подлежащие занулению или заземлению.

Зануление корпусов ЭП должно производиться специальным зануляющим проводником. Использование нулевого рабочего проводника в качестве заземляющего проводника не допускается.

Для заземления ЭП необходимо иметь заземляющее устройство. Заземлители могут быть естественные и искусственные. Величина сопротивления естественного заземления определяется путем расчета или задается преподавателем.

ПУЭ устанавливает величину сопротивления заземляющего устройства.

Так в установках до 1 кВ сопротивление заземлителя должно быть не более 2, 4 и 8 Ом соответственно при линейных напряжениях 660, 380 и 220 В.

Если сопротивление естественного заземлителя превышает указанные величины, то необходимо предусмотреть искусственный заземлитель.

В настоящее время искусственный заземлитель рекомендуется выполнять круглыми стальными электродами диаметром 16 мм и длиной 5 м. Электроды

заглубляются вертикально на расстоянии 5, 10 или 15 м друг от друга и соединяются стальной полосой сечением 5х40 мм на глубине 0,7 м. Искусственный заземлитель должен размещаться как можно ближе к ТП по периметру или в ряд вдоль стены.

### 5.12 Ведомость объемов ЭМР

Ведомость объёмов ЭМР составляется на основе материалов, полученных в процессе выполнения расчетов дипломного проекта.

В ведомость объемов электромонтажных работ необходимо включить все необходимые материалы, необходимые для реализации (монтажа) проектируемого объекта, например:

- комплектная трансформаторная подстанция и все составляющие, входящие в неё (трансформатор, и т.д.)
- устройство компенсации реактивной мощности;
- высоковольтный предохранитель на вводе в КТП;
- высоковольтный разъединитель на вводе в КТП;
- высоковольтный кабель, который питает КТП. Устройства, необходимые для прокладки высоковольтного кабеля (концевые и соединительные муфты);
- счетчик электроэнергии на стороне 0,4 кВ;
- щит(ы) силовой\распределительный пункт, от которого питаются силовые электроприемники. А также автоматические выключатели, дифференциальные автоматы и устройства защитного отключения, которые в нем установлены;
- кабели, которые осуществляют питание силовых сетей. Все электромонтажные и электроустановочные изделия, которые нужны для прокладки этих кабелей;
- все изделия, которые необходимы для осуществления монтажа заземления;
- щит(ы) освещения, от которого питаются сети освещения. А также автоматические выключатели, которые в нем установлены;
- кабели, которые осуществляют прокладку осветительных сетей. Все электромонтажные и электроустановочные изделия, необходимые для прокладки этих сетей;
- светильники, а также электромонтажные и электроустановочные изделия, необходимые для их монтажа;
- электроустановочное оборудование, которое осуществляет монтаж розеточных сетей;

Ведомость объёмов ЭМР составляется в виде таблицы (пример оформления – табл. 1).

Таблица 1 – Ведомость объемов ЭМР

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во, шт.
1	2	3	4
1	Комплектная трансформаторная подстанция КТП-400-10/0,4	шт	1
2	Устройство компенсации реактивной мощности с автоматическим регулированием VarSet45 мощностью 45 кVar	шт	1
3	Распределительный щит ЯРП-630-IP54-УЗ-Узола исп. 01	шт	1

### 5.13 Ведомость машин, механизмов, приспособлений и инструментов

В области механизации ЭМР необходимо:

- максимально сокращать долю ручного труда;
- широко применять бригадные нормо-комплекты инструмента, механизмов и приспособлений для выполнения ЭМР.

Все механизмы и приспособления должны соответствовать современной технологии производства ЭМР.

При составлении ведомости машин, механизмов, приспособлений и инструментов рекомендуется применять современные изделия.

Ведомость машин, механизмов, приспособлений и инструментов составляется в табличной форме (пример оформления – табл. 2).

Таблица 2 – Ведомость машин, механизмов, приспособлений и инструментов

№ п/п	Наименование	Тип, марка	Ед. изм.	Кол-во
1	2	3	4	5
1	Инструмент для пробивки отверстий	КВТ 53137	шт	2
2	Стриппер	Knipex KN-1262180	шт	8
3	Набор инструментов и приспособлений для кабельных работ	Proskit PK-15305B	шт	4
4	Набор инструментов и приспособлений для замерщика	BortBTK-100	шт	4
5	Набор инструментов для электромонтажника	HAUPA 220211	шт	4
6	Лестница-стремянка	Nika CM7	шт	4

### 5.14 Технологические карты на производство ЭМР

Задание на разработку технологической карты студент получает от руководителя дипломного проектирования.

Примерные темы технологических карт по следующим видам ЭМР, включенным в перечень работ на проектируемом объекте:

- Монтаж электрооборудования КТП.
- Монтаж электрооборудования ТП.
- Механизированная прокладка кабелей в траншее.
- Механизированная прокладка кабелей по эстакаде.
- Монтаж свинцовой соединительной муфты.
- Монтаж эпоксидной соединительной муфты.
- Монтаж полиуретановой соединительной муфты.
- Монтаж концевой заделки типа КВТ-1; КВТ-10.
- Монтаж концевой заделки типа КВЭл-10.
- Монтаж концевой заделки типа КНЭл-10.
- Монтаж электропроводок в стальных тонкостенных трубах.
- Монтаж электропроводок в стальных водогазопроводных трубах для взрывоопасных помещений.
- Монтаж электропроводок в пластмассовых трубах.
- Монтаж наружного и внутреннего контуров заземления.
- Монтаж троллеев.

- Монтаж магистральных шинопроводов типа ШМА.
- Монтаж распределительных шинопроводов типов ШРА.
- Монтаж скрытой проводки проводов АППВ с под слоем штукатурки, в штробах и пустотах.
- Монтаж люминесцентных светильников блоками на коробе КЛ.
- Монтаж светильников на шинопроводе тип ШОС блоками.
- Монтаж электрооборудования мостового крана.
- Монтаж электрооборудования кран-балки.
- Монтаж электропроводок и электроосвещения в межферменном пространстве блоков покрытий при их монтаже на конвейере.
- Монтаж воздушных ЛЭП.
- Подготовка силового кабеля к прокладке.
- Монтаж тросовой проводки.
- Монтаж люминесцентных светильников на тросе.
- Монтаж силовых распределительных щитов.

Технологическая карта оформляется в табличной форме (пример оформления – табл. 3).

Таблица 3 – Технологическая карта на прокладку кабельных линий в помещении

Виды работ, операции	Описание технологического процесса	Механизмы, инструменты, приспособления
Прокладка кабельных линий в стенах, штробах, на потолке	- Разметка трассы	Набор инструмента для замерщика
	- Штробление стен по намеченной трассе	Штроборез, перфоратор
	- Затяжка кабеля в гофрированную трубку	Набор электромонтажника
	- Прокладка кабельной линии в штробе	Набор электромонтажника
	- Замазывание штроб	Шпатель
	- Установка клипс на потолке	Перфоратор, набор электромонтажника
	- Прокладка кабельной линии в гофре по потолку	Набор электромонтажника

### 5.15 Организация приемки-сдачи выполненных ЭМР

Заключение о возможности ввода электрооборудования в эксплуатацию дается комиссией на основании рассмотрения всей приемосдаточной документации. Оформление такой документации осуществляется в соответствии с «Инструкцией по оформлению приемосдаточной документации по электромонтажным работам».

Инструкцией по оформлению приемо-сдаточной документации по электромонтажным работам определено содержание комплекта технической документации по приемке-сдаче ЭМР, в который входят следующие документы:

- 1 Комплект рабочих чертежей электротехнической части
- 2 Комплект заводской документации (паспорта электрооборудования; протоколы заводских испытаний; инструкции по монтажу, наладке и эксплуатации; ведомости заводского комплекта

запасных частей, инструмента и приспособлений).

3 Акты, протоколы, перечни, ведомости общего для всех видов работ характера и документы, соответствующие конкретному виду работ, входящие в дипломный проект:

- 1) По РУ и подстанциям напряжением до 10 кВ;
- 2) По трансформаторам напряжением до 220 кВ;
- 3) По электрическим машинам;
- 4) По пускорегулирующим и защитным аппаратам напряжением до 1000 В;
- 5) По аккумуляторным батареям;
- 6) По электроустановкам во взрывоопасных зонах;
- 7) По электропроводкам;
- 8) По шинопроводам;
- 9) По электроосвещению;
- 10) По заземляющим устройствам;
- 11) По подъемно-транспортному оборудованию;
- 12) По кабельным линиям;
- 13) По воздушным ЛЭП напряжением до 500 кВ;
- 14) По токопроводам напряжением выше 1000 В.

#### 5.16 Проект производства электромонтажных работ (далее – ППЭР)

В ППЭР отражаются вопросы организации производства наиболее рационального монтажа электроустановки. Этот проект разрабатывается электромонтажной организацией.

Весь комплекс работ по возведению зданий можно разделить на пять этапов:

- подготовительные работы;
- нулевой цикл – все работы по возведению подземных конструкций до нулевой отметки, т.е. до уровня пола первого этажа (рытье котлована и траншей, возведение фундамента и подвального этажа, прокладка трубопроводов, гидроизоляция и др.);
- возведение надземной части – строительные-монтажные, санитарно-технические, электромонтажные работы и монтаж оборудования;
- отделочные работы;
- благоустройство территории (озеленение площадки, устройство дорог, тротуаров, наружного освещения и др.).

Выполнение всех этих работ может осуществляться различными методами.

Строительство, как правило, ведется по проекту организации строительства (ПОС), включающему в себя: сводный календарный план с выделением в нем очередности возведения основных объектов; сетевые графики производства работ; данные об объемах основных строительных, монтажных и специальных работ, необходимом числе и составе рабочих; строительный генеральный план с указанием положения вспомогательных зданий и сооружений, дорог, складов, монтажных механизмов; пояснительную записку с обоснованием принятых методов производства работ и основными технико-экономическими показателями.

Выполнение электромонтажных работ производится специализированными электромонтажными организациями (субподрядчиком). В электромонтажный трест

входят управления по производству электромонтажных и наладочных работ, управление производственно-технологической комплектации и механизации, лаборатория, учебный пункт и некоторые другие подразделения. Электромонтажное управление включает в себя монтажные участки, непосредственно выполняющие работы на объектах строительства, участок подготовки производства, мастерские электромонтажных заготовок (далее – МЭЗ), участок комплектации снабжения и транспорта.

Непосредственное руководство электромонтажными работами на строительных объектах осуществляют начальник участка, прорабы и мастера, причем у начальника участка, как правило, находятся в подчинении не менее двух прорабов, а у прораба – не менее двух мастеров.

Организационная структура строительно-монтажных предприятий может отличаться от описанной, но в любом случае она должна представлять собой гибкую систему управления.

На основе созданного в проектом институте проекта организации работ (далее – ПОС) монтажная организация составляет проект производства электромонтажных работ (ППЭР), который является основным документом и должен содержать решение всех основных технических, технологических и организационных вопросов подготовки, и выполнения этих работ. Материалы ППЭР позволяют электромонтажникам, ознакомившись с проектной документацией, своевременно заказать материалы, приспособления и инструмент, а также осуществлять контроль за поставками оборудования, организацией и выполнением работ. ППЭР бывают типовые, индивидуальные, а по составу – полные и сокращенные. Типовые ППЭР составляют для объектов, строительство которых ведется по привязываемым типовым проектам или документам повторного применения. Сокращенные ППЭР разрабатывают для объектов при технически несложном и небольшом объеме работ. Полный ППЭР разрабатывают для крупных комплексов строительства, возводимых по индивидуальным проектам с применением новых технических решений. ППЭР должен быть минимальным по объему и конкретным по содержанию, в нем не должны повторяться материалы проектной документации.

Исходными материалами для составления ППЭР служат рабочие чертежи, сметная документация и проект организации строительства; данные о заказе и сроках поставки основного оборудования и материалов заказчиком и генеральным подрядчиком; сведения о наличии необходимых машин, механизмов и возможности их использования; действующие нормативные документы – ПУЭ, СНиПТ, строительные нормы, технологические инструкции и документы, а также руководящие материалы по технике безопасности.

#### 5.16.1 Как правило, ППЭР состоит из четырёх частей:

Первая часть содержит пояснительную записку, в которой приводятся краткое изложение технических решений, принятых в электротехнической части проекта; краткое описание и принципиальная схема электроснабжения объекта с учетом требований технологического процесса строящегося предприятия; таблицы технико-экономических и электротехнических показателей – физических объемов. В таблице

физических объемов содержатся сведения о трансформаторах, электродвигателях, комплектных устройствах, электрических щитах, шкафах и пультах, и т.д. Здесь же перечисляются материалы и кабельно-проводниковая продукция, необходимые для монтажа сетей; для кабелей и проводов указываются типы, номинальные напряжения и их назначение. Отдельно перечисляются требуемые магистральные, распределительные и другие виды шинопроводов, шины и цветные металлы, трубы стальные и пластмассовые. Приводятся данные о выпрямляющих устройствах, преобразовательных агрегатах и другом специализированном оборудовании. Материалы первой части определяют планировку, контроль и оперативное управление строительством.

Вторая часть охватывает вопросы организации и технологии выполнения электромонтажных работ на строительной площадке; рекомендации по технологии монтажа; ведомость необходимых механизмов, приспособлений, специальных инструментов и приборов; специальные указания по технике безопасности и промсанитарии, а также сведения о приемосдаточной документации. Объект при этом разбивают на отдельные монтажные зоны (например, общее освещение, электроснабжение напряжением выше 1 кВ, магистральные шинопроводы напряжением до 1 кВ и др.).

Третья часть состоит из лимитно-комплектовочных ведомостей на оборудование и материалы, электроконструкции, монтажные изделия, укрупненные узлы и блоки. При этом сводные спецификации проекта на электрооборудование уточняются по рабочим чертежам проекта и разбиваются по поставщикам (заказчик, генподрядчик, субподрядчик), если это не выполнено в проектной документации. Задания мастерским электромонтажных заготовок, в которых приводятся ведомости необходимых изделий с указанием их числа, стоимости и сроков изготовления.

Четвёртая часть – графические материалы (схемы электроснабжения и др.). При наличии утвержденного ППЭР приступают к подготовке электромонтажных работ, которые начинают, как правило, с приема здания или сооружения под монтаж представителем электромонтажной организации или будущим руководителем производства работ при участии представителя организации, выполнившей строительные работы на данном объекте.

При приеме под монтаж проверяют:

- состояние и соответствие проекту имеющихся в помещениях и на лестничных клетках каналов, борозд, ниш и отверстий, предназначенных для канализации электроэнергии;
- наличие законченных оштукатуренных поверхностей в помещениях, где проектом предусмотрена открытая прокладка проводов или кабелей;
- возможность безопасного ведения электромонтажных работ одновременно со строительными, сантехническими и другими работами или отдельно от них;
- наличие условий, обеспечивающих сохранность смонтированного электрооборудования и его защиту от атмосферных воздействий и возможных повреждений при строительных или отделочных работах. Прием зданий или сооружений под монтаж оформляют соответствующим актом.

При готовности зданий и сооружений под монтаж представители строительной и электромонтажной организаций составляют совмещенный график

работ таким образом, чтобы выполнение электромонтажных работ по срокам почти совпадало со строительными и лишь в отдельных случаях несколько отставало от последних. Совмещенные графики утверждаются руководителями (главными инженерами) строительной и монтажной организаций.

Заключение о возможности ввода электрооборудования в эксплуатацию дается комиссией на основании рассмотрения всей приемосдаточной документации. Оформление такой документации осуществляется в соответствии с «Инструкцией по оформлению приемосдаточной документации по электромонтажным работам».

#### 5.16.2 Исходные данные на разработку ППЭР

Исходные данные на разработку ППЭР приведены в первом разделе дипломного проекта, поэтому в данном подразделе не приводятся.

В данном подразделе должны быть приняты решения по индустриализации, механизации и технологии производства электромонтажных работ.

Материалы данного подраздела определяют планировку, контроль и оперативное управление строительством.

#### 5.16.3 Решения по индустриализации, механизации и технологии производства электромонтажных работ

Одним из главных направлений современной организации электромонтажного производства является его индустриализация – это такой способ ведения работ, при котором основные из них, наиболее массовые и трудоемкие, выполняются вне зоны монтажа на специализированных заводах и базах. Применение индустриальных методов монтажа (далее – ИММ) позволяет в значительной мере устранить зависимость электромонтажных работ от выполнения общестроительных и специальных работ. ИММ позволяют в процессе выполнения строительных работ прокладывать трубы в фундаментах, устраивать сквозные проходы и различные каналы для электрических коммуникаций, устанавливая закладные части и т.д. Одновременно с этим в МЭЗ производится монтаж соответствующего электрооборудования, комплектуются укрупненные блоки шинных конструкций и электропроводок, выполняют ревизию силовых шкафов, распределительных устройств и др.

Основным способом индустриализации электромонтажного производства является изготовление в мастерских крупноблочных комплектных устройств, использование которых позволяет достичь большого экономического эффекта.

Индустриальными методами ведутся работы и по монтажу цеховых электрических сетей, в частности шинных магистралей. Готовые замаркированные секции шин соответствующих конструкций и сечений доставляются в цех, где их крепят на опорных конструкциях и соединяют между собой либо присоединяют к ним секции шин отходящих линий.

Индустриальным методом электромонтажного производства является также комплектование крупноблочных конструкций, сборочных единиц, электропроводок и изделий в мастерских электромонтажных заготовок (МЭЗ). Высокая степень готовности продукции МЭЗ позволяет монтировать ее без дополнительных затрат труда на сборку, окраску, маркировку и т.д.

## 5.17 Указания по технике безопасности, пожарной и экологической безопасности

Важным моментом в организации электромонтажных работ является подготовка и обеспечение безопасных условий труда. Все подготовительные мероприятия в этом плане должны быть закончены до начала производства работ и приняты по акту о выполнении требований по охране труда.

Обязанности по обеспечению безопасных условий труда возлагаются на подрядчика, который разрабатывает организационно-технологическую документацию по выполнению работ, содержащую конкретные проектные решения, определяющие технические средства и методы работ, обеспечивающие выполнение нормативных требований охраны труда.

Организацию работы по охране труда и технике безопасности при производстве ЭМР осуществляют в соответствии с действующими ГОСТ 12.1.019-79.

Категория по взрывной, взрывопожарной и пожарной безопасности принимается по СП 43.13330.2012 и ОНТП-02-86.

Общие требования по обеспечению взрывобезопасности соответствуют ГОСТ 12.1.010-76 и ГОСТ 121.041-83. Монтаж должен быть выполнен в соответствии со СНиП 3.05-84 и обеспечивать доступ к оборудованию для обслуживания, уборки и ремонта.

За общее состояние охраны труда и техники безопасности в монтажных организациях несут равную ответственность как начальник (управляющий), так и главный инженер главка, треста или управления.

Исходными данными для разработки таких решений являются:

- требования нормативных документов и стандартов по охране труда;
- типовые решения по обеспечению требований охраны труда, справочные пособия и каталоги средств защиты работающих;
- инструкции заводов-изготовителей машин, механизмов, оборудования, материалов и конструкций по обеспечению охраны труда в процессе их применения.

При разработке проектных решений по организации монтажных площадок необходимо выявить опасные производственные факторы, связанные с технологией и условиями производства работ, определить и указать в организационно-технической документации зоны их действия.

Электромонтажные работы могут быть связаны как со строительством новых объектов (новых подстанций, линий электропередачи), так и с реконструкцией существующих. Во втором случае электромонтажные работы относятся к работам, выполняемым в действующих электроустановках. Здесь к зонам с опасными производственными факторами относятся все работы вблизи токоведущих частей действующей электроустановки. На выполнение таких работ должен оформляться наряд-допуск, при выполнении работ – соблюдаться технические и организационные меры безопасности. Указанные мероприятия должны выполняться также при работах в компрессорных, с воздухохранилищами, использованием баллонов с газом при газосварочных работах.

Ниже приводятся виды работ, для которых необходимо выполнение специальных мероприятий по технике безопасности.

1 Работы с применением строительных машин в охранных зонах воздушных

линий электропередачи (автомобильные краны, автогрузоподъемники, автояомобуры и др.).

2 Работы, выполняемые в колодцах, шурфах или закрытых ёмкостях (электрогазосварочные, термитная сварка и т. п.).

3 Работы, выполняемые на территории действующего предприятия, когда имеется или может возникнуть производственная опасность, исходящая от действующего предприятия.

4 Работы, выполняемые на участках, где имеется или может возникнуть производственная опасность, исходящая от других видов работ, выполняемых на смежных участках другими подрядными организациями.

5 Такелажные работы по монтажу электрооборудования ТП, КТП, РУ.

6 Работы на высоте.

7 Работы, производящиеся на высоте свыше 5 м (верхолазные работы) в зонах действия мостовых кранов и на подкрановых путях, по нижнему поясу ферм и в межферменном пространстве блоков покрытий, на опорах воздушных ЛЭП, дымовых трубах и других сооружениях.

8 Работы с пиротехническим инструментом.

9 Работы со сложными механизмами.

10 Грузоподъемные работы с использованием двух кранов.

11 Работы в действующих электроустановках (до и выше 1000 В).

12 Пусконаладочные работы.

#### 5.18 Лимитно-комплектовочная ведомость

Материалы и оборудование комплектуются на основе лимитно-комплектовочных ведомостей (ЛКВ), которые составляются отдельно на оборудование и материалы, поставляемые заказчиком, на материалы, поставляемые генподрядчиком, и на материалы и комплектующие изделия, поставляемые НПО Электромонтаж.

ЛКВ на оборудование и материалы поставки заказчика:

- электротехническое высоковольтное и низковольтное оборудование;
- высоковольтный фарфор (все виды изоляторов, в том числе для ЛЭП);
- осветительная арматура;
- электролампы (светодиодные, накаливания, люминесцентные, ртутные, натриевые и др.);
- кабельная продукция (кабели, провода, шнуры);
- кабельная гарнитура (муфты чугунные, свинцовые, латунные, бумажные ролики с пряжей для муфт типа СС);
- трос для грозозащиты ЛЭП и подстанций;
- цветные металлы и прокат из них (шины и ленты для алюминия и меди, олово, свинец, припой, присадочные материалы и т. д.);
- метизы из нержавеющей и других специальных цветных металлов;
- масло трансформаторное;
- все виды эксплуатационного оборудования и материалов.

ЛКВ на материалы поставки генподрядчика:

- прокат черных металлов (сталь сортовая фасонная, листовая, швеллеры,

рельсы, катанка);

- трубы стальные (тонкостенные, водогазопроводные и муфты к ним);
- трубы пластмассовые и асбестоцементные;
- строительные материалы;
- лесоматериалы;
- железобетонные изделия (опоры, приставки, кронштейны); металлорукав.

ЛКВ на материалы и изделия поставки НПО Электромонтаж:

- щиты квартирные осветительные, промышленные и этажные;
- щиты лабораторные;
- шкафы вводные и вводно-распределительные для жилых зданий и общественных зданий;
- шинопроводы напряжением до 1000 В;
- ящики силовые;
- изделия электромонтажные;
- муфты для кабелей соединительные и концевые;
- метизы (кроме поставляемых заказчиком);
- электроустановочные изделия (выключатели, розетки открытой и скрытой установки, полугерметические и др.);
- химикаты и красители для окраски металлоконструкций;
- нефтепродукты;
- вспомогательные материалы.

Лимитно-комплекточная ведомость составляется в табличной форме.

#### 5.19 Ведомость изделий и работ в МЭЗ

Ведомость изделий, узлов и работ МЭЗ разрабатывается на основе типовой документации (альбомов) на монтаж промышленных электроустановок, выдаваемой проектными институтами «НПО Электромонтаж», и альбомов типовых изделий МЭЗ, разработанных в электромонтажных организациях.

Ведомость составляется в табличной форме. Руководитель дипломного проектирования может дать задание на выполнение чертежа блока изделий для изготовления в МЭЗ.

В целях повышения индустриализации ЭМР при определении задания для МЭЗ рекомендуется изготовление следующих изделий, блоков и узлов для различных видов работ:

1. Элементов заземляющих устройств.

2. Сборка блоков из нескольких шкафов или камер, установленных на общей раме, исходя из условий производства работ в монтажной зоне и транспортировки; проведение ревизии подготовка к включению электрооборудования, находящегося в блоках, разъединителей; масляных, воздушных и электромагнитных выключателей, и приводов к ним; контакторов; рубильников и т. д.

3. Изготовление и комплектация трубной заготовки из нормализованных прямых стальных и пластмассовых труб, углов, соединительных муфт, ответвительных и протяжных коробок; изготовление блоков модульной трубной заготовки длиной 6-12 м в комплекте с модульными коробками и затянутыми в блоки проводами; сборка блоков лотков НЛ и коробов длиной 6-12 м в комплекте с

опорными конструкциями элементами соединения между собой; сборка блоков винопроводов ШМА и ШРА длиной 6-12 м в комплекте с опорными конструкциями и элементами соединения блоков между собой и в комплекте с ответвительными коробками; пакетов и блоков из стальных труб; заготовка кабелей и проводов пучками; стендовая заготовка проводов и кабелей; заготовка тросовых электропроводок с указанием марки троса или тросового провода, длины заготовки, количества ответвительных коробок; пробивка и сверление отверстий для ввода труб, проводов и кабелей в ответвительные коробки и протяжные ящики.

4. Монтаж НКУ: изготовление метизных и безметизных металлоконструкций для отдельно стоящих шкафов, пультов и пусковой аппаратуры (рекомендуется выполнять в случае невозможности использования дюбель-винтов и самозакрепляющихся пластмассовых и металлических дюбелей); соединение отдельных панелей и шкафов в блоки длиной до 4-х метров; изготовление сборок с магнитными пускателями и кнопочными постами управления, выполнение отверстий для ввода проводов, кабелей и трубной разводки в оболочки щитов, рубильников, пультов и т. д. с установкой пластмассовых втулок.

5. Монтаж электрического освещения: изготовление блоков люминесцентных светильников с креплением на коробах КЛ-1, КЛ-2 с прокладкой проводов внутри коробов и с указанием количества и типа светильников, и длины блока; изготовление блоков светильников с лампами накаливания и ртутными лампами, закрепленными на кронштейнах и закрепах; и др.

#### 5.20 Трубозаготовительные ведомости

Трубозаготовительные ведомости выполняются при необходимости и по заданию руководителя дипломного проектирования.

Трубозаготовительные ведомости дополняют ведомость изделий и работ в МЭЗ и выполняются, в основном, для стальных труб.

5.21 Для определения расчетных электрических нагрузок зданий (квартир), коттеджей, микрорайонов (кварталов) застройки и элементов городской распределительной сети рекомендуется использовать РД 34.20.185-94 «Инструкция по проектированию городских электрических сетей», РМ 2696 «Инструкция по расчету электрических нагрузок жилых зданий», а также СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа».

## Заключение

В методическом указании приведена методика расчетов при выполнении дипломного проекта по специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий, даются методические указания по оформлению текстовых и графических материалов, выполнению расчётной части дипломного проекта. Особое место в указаниях отводится рассмотрению методики расчетов по электроснабжению промышленных предприятий. В разделах, соответствующих этапам расчетно-пояснительной записки курсового проекта, приводятся методы расчетов, сопровождаемые примерами.

Материал пособия выполнен таким образом, что каждый последующий раздел является логическим продолжением предыдущих.

Первым этапом проектирования является определение электрических нагрузок цеха и определение числа и мощности трансформаторов проектируемой подстанций, так как от правильной оценки выбора зависят эксплуатационные расходы, капитальные затраты и надежность работы электрооборудования.

Рациональный выбор схемы электроснабжения в проекте решает актуальные вопросы:

- надежность электроснабжения потребителей;
- оперативная гибкость электрической схемы;
- резервирования питания.

Все элементы и связи между ними выполнены в соответствии с системой ЕСКД, ПУЭ при обязательном соблюдении основных требований действующих нормативных документов.

## Список использованных источников

- 1 Правила устройства электроустановок. М.: Главгосэнергонадзор, 2018. 853 с.
- 2 ГОСТ 2.702-75 (2000) ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
- 3 ГОСТ 21.210-2014 СПДС. Условные графические изображения электрооборудования и проводок на планах.
- 4 ГОСТ Р 55710-2013. Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений.
- 5 ГОСТ 21.613-2014 СПДС. Силовое электрооборудование.
- 6 ГОСТ 21.608-2014. Правила выполнения рабочей документации внутреннего электрического освещения.
- 7 ГОСТ Р 54350-2011. Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний.
- 8 ГОСТ Р 21.101-2020. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации.
- 9 ГОСТ Р 2.105-2019. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.
- 10 СП 76.13330.2016. Электрические устройства.
- 11 СП 256.1325800.2016. Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа.
- 12 Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования / ред. Б.Н. Неклепаев. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2020 г. – 152 с.
- 13 Акимова Н.А., Котеленец Н.Ф., Сентюрихин Н.И. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования, 6-е издание. М: Издательский центр «Академия», 2018. 300 с.
- 14 Белорусов Н.И., Саакян А.Е., Яковлева А.И. Электрические кабели, провода и шнуры. Справочник. М.: «Энергоатомиздат» 2014. 536с.
- 15 Единые нормы и расценки Е23 выпуски № 1, 4, 6,7, 9. Москва 1987г.
- 16 Зюзин А.Ф., Поконов Н.З., Антонов М.В. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок. Под редакцией Поконова Н.З.М.: Высшая школа, 2014.
- 17 Кнорринг Г.М., Фадин И.М., Сидоров В.Н. Справочная книга проектирования электрического освещения Санкт-Петербург: Энергоатомиздат, Санкт-Петербургское отделение, 1992. 448 с.
- 18 Коновалова Л.Л., Рожкова Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. М.: Энергоатомиздат, 1989. 528 с.
- 19 Ктиторов А.Ф. Практическое руководство по монтажу электрических сетей. М.: Высшая школа, 1987. 268 с.
- 20 Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. М: Высшая школа, 1990. 366 с.
- 21 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. – М.: «Издательство НЦ ЭНАС», 2018г.
- 22 Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. М.: Энергоатомиздат, 2019. 605 с.

- 23 Постников Н.П., Рубашов Г.М. Электроснабжение промышленных предприятий. Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1989. 352 с.
- 24 Постников Н.П., Петруненко Г.В., Максимова Г.Г. Монтаж электрооборудования промышленных предприятий. Курсовое и дипломное проектирование. Учебник для техникумов. Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 2018. 158 с.
- 25 Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: Справочник: Учебное пособие. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006. 480 с., ил.
- 26 Сибикин Ю.Д. Справочник электромонтажника. М: Издательский центр «Академия», 2018. 330 с.
- 27 Сибикин Ю.Д. Электроснабжение промышленных и гражданских зданий. М: Издательский центр «Академия», 2019. 362 с.
- 28 Соколов Б.А., Соколова Н.Б. Монтаж электрических установок. М.: Энергоатомиздат, 1991. 592 с.
- 29 Справочник по электрическим машинам. В двух томах. Под общей редакцией доктора технических наук И.П. Копылова и кандидата технических наук Б.К. Клокова. М.: Энергоатомиздат, 1988 г.
- 30 Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования. Под редакцией Барыбина Ю.Г., Федорова Л.Е., Зименкова М.Г., Смирнова А.Г. М.: Энергоатомиздат, 2014. 464 с.
- 31 Справочник по проектированию электроснабжения. Под редакцией Барыбина Ю.Г., Федорова Л.Е., Зименкова М.Г., Смирнова А.Г. М.: Энергоатомиздат, 1990. 428 с.
- 32 Трифонов А.Н. Монтаж силового электрооборудования. Справочник электромонтажника. Под редакцией Смирнова А.Д., Соколова Б.А. Трифонова А.Н. М.: Энергоатомиздат, 1991.
- 33 Цигельман И.Е. Электроснабжение гражданских зданий и коммунальных предприятий. М.: Высшая школа, 1990. 319 с.
- 34 Шеховцов В.П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению. М.: ФОРУМ – ИНФРА, 2016.
- 35 Шеховцов В.П. Электрическое и электромеханическое оборудование. М.: ФОРУМ – ИНФРА-М, 2018 403 с.
- 36 Электромонтажные устройства и изделия. Справочник, 2-е издание. М.: Энергоатомиздат, 1988. 256 с.
- 37 Электротехнический справочник, том 2, седьмое издание, электротехнические изделия и устройства. М.: Энергоатомиздат, 2019.
- 38 Справочник по проектированию электроэнергетических систем /В.В. Ершевич, А.Н. Зейлигер, Г.А. Илларионов и др.; под редакцией С.С. Рокотяна и И.М. Шапиро – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985 – 352 с.

## Приложение А. Пример оформления титульного листа

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЁЖНОЙ ПОЛИТИКИ  
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ  
“КРАСНОДАРСКИЙ МОНТАЖНЫЙ ТЕХНИКУМ”

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ  
Зам. директора по учебной работе  
\_\_\_\_\_ Ж.Г. Рувина  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

### ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

по специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация  
электрооборудования промышленных и гражданских  
зданий

Тема Организация и выполнение работ по монтажу и  
наладке электрооборудования токарного цеха ООО  
«Монтаж-Кубань»

**Выполнил**  
студент 4 курса группы 18-Э1-4/96  
Иванов Иван Иванович

**Руководитель**  
\_\_\_\_\_

**Работа защищена с оценкой**  
\_\_\_\_\_

Краснодар 2022

**Дипломный проект прошёл нормоконтроль**

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
(подпись) (ФИО)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

*ОБРАЗЕЦ*

## Приложение Б. Пример оформления задания на дипломное проектирование

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ  
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ  
“КРАСНОДАРСКИЙ МОНТАЖНЫЙ ТЕХНИКУМ”

«СОГЛАСОВАНО»

Представитель работодателя

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. директора по УР

\_\_\_\_\_/Ж.Г. Рувина/

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

### ЗАДАНИЕ на дипломное проектирование

Студенту (ке) IV курса 18-Э1-4/9б группы, специальности 08.02.09  
Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных  
и гражданских зданий

Иванову Ивану Ивановичу

(фамилия, имя, отчество)

Тема дипломного проекта: Организация и выполнение работ по монтажу и наладке электрооборудования токарного цеха ООО «Монтаж-Кубань»

Дата выдачи задания: «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Дата сдачи студентом законченной работы: «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

Исходные данные на разработку проекта:

1. Район строительства: Краснодарский край
2. Размеры здания: 42х29 м, высота 8,5 м
3. Материалы строительной конструкции: сборный железобетон
4. Источники электроснабжения: 400м от ГПП
5. Характеристика технологического процесса и ведомость электроприемников, составленные в соответствии с технологической частью рабочего проекта

## Перечень технических решений и вопросов, подлежащих разработке

1. Выбор силового и осветительного оборудования на основании расчётов
2. Составление ведомости объемов ЭМР
3. Составление ведомости машин, механизмов, приспособлений и инструментов для производства ЭМР
4. Техника безопасности, пожарной и экологической при выполнении электромонтажных работ

Наименование предприятия, на котором проходит преддипломную практику \_\_\_\_\_

---

---

## Графическая часть

1. Схема электрическая расположения силовой сети на плане
2. Схема электрическая расположения сети освещения на плане
3. Схема принципиальная распределительной силовой сети
4. Монтажные блоки и узлы

Рассмотрено на заседании методической комиссии специальности 08.02.09  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Протокол № \_\_\_\_

Председатель методической комиссии \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Руководитель проекта \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Студент \_\_\_\_\_ / Иванов И.И. /

ОБРАЗЕЦ

## Приложение В. Пример оформления состава проекта

### Состав проекта

08.02.09.ДП.001.Э7	Лист 1	Схема электрическая расположения силовой сети на плане
08.02.09.ДП.001.Э7	Лист 2	Схема электрическая расположения сети освещения на плане
08.02.09.ДП.001.Э3	Лист 3	Схема принципиальная распределительной силовой сети
08.02.09.ДП.001.МЧ	Лист 4	Монтажные блоки и узлы
08.02.09.ДП.001.ПЗ		Пояснительная записка

*ОБРАЗЕЦ*

## Приложение Г. Пример оформления содержания

### Содержание

Введение	5
1 Характеристика объекта. Исходные данные на разработку проекта	6
2 Схемы, конструктивное исполнение электрических сетей на напряжение до 1000 В и выбор комплектных устройств	7
3 Светотехнический расчет	8
4 Расчет электрических нагрузок	12
5 Компенсация реактивной мощности	15
6 Выбор числа и мощности силовых трансформаторов. Выбор типа и месторасположения цеховых ТП	17
7 Расчет высоковольтной линии	18
8 Расчет силовой сети на напряжение до 1000 В, выбор пускозащитных аппаратов	21
9 Расчет осветительной сети	24
10 Расчет токов короткого замыкания на стороне 0,4 кВ	27
11 Расчет заземляющего устройства	31
12 Ведомость объёмов ЭМР	33
13 Ведомость машин, механизмов, приспособлений и инструментов	35
14 Технологические карты на производство ЭМР	37
15 Указания по технике безопасности, пожарной и экологической безопасности	38
Заключение	44
Список использованных источников	46

ОБРАЗЕЦ

						<b>08.02.09.ДП.001.ПЗ</b>			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разработал	Иванов					Организация и выполнение работ по монтажу и наладке электрооборудования прессового цеха ООО «Монтаж-Кубань»	Стадия	Лист	Листов
Руковод.	Сидоров						Д	4	50
Н. Контр.	Петров					ГБПОУ КК «КМТ» гр. 18-Э1-4/96			

## Приложение Д. Пример списка использованных источников

### Список использованных источников

- 1 Стрельников, Н.А. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб.пособие / Н.А. Стрельников. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019 г. – Ч. 1 – 74 с.
- 2 Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: в 2 т. / ред. А. А. Федоров. – М.: Энергоатомиздат, 2020 г. Т. 1, 2 – 567, 592 с.
- 3 Синенко, Л.С. Электроснабжение: учеб.пособие по курсовому и дипломному проектированию: в 2 ч. Ч. 1 / Л. С. Синенко, Т.П. Рубан, Е.Ю. Сизганова, Ю.П. Попов. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2018 г. – 135 с.
- 4 Липкин, Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: учеб. / Б.Ю. Липкин. – М.: Высшая школа, 1990 г. – 363 с.
- 5 Правила устройств электроустановок. – 7-е изд. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2018 г. – 656 с.
- 6 Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования/ред. Б.Н. Неклепаев. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002 г. – 152 с.
- 7 Кабышев, А.В. Расчет и проектирование систем электроснабжения объектов и установок: учеб.пособие / А.В. Кабышев, С.Г. Обухов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006 – 2006 – 248 с.
- 8 Зюзин А.Ф., Поконов Н.З., Антонов М.В. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок. Под редакцией Поконова Н.З. М.: Высшая школа, 2014 г.
- 9 Кнорринг Г.М., Фадин И.М., Сидоров В.Н. Справочная книга проектирования электрического освещения Санкт-Петербург: Энергоатомиздат, Санкт-Петербургское отделение, 1992 г. 448 с.
- 10 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. – М.: «Издательство НЦ ЭНАС», 2018 г.
- 11 Коновалова Л.Л., Рожкова Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. М.: Энергоатомиздат, 2014. 528 с.

ОБРАЗЕЦ

## Приложение Е. Указания по заполнению основной надписи и дополнительных граф к ней

В графах основной надписи и дополнительных графах к ней (номера граф указаны в скобках) приводят:

а) в графе 1 – обозначение документа, чертежа изделия, текстового документа и др.; (например: **08.02.09.ДП.001.Э7**)

б) в графе 2 – наименование предприятия, жилищно-гражданского комплекса или другого объекта строительства, в состав которого входит проектируемый объект;

в) в графе 3 – наименование темы проекта;

г) в графе 4 – наименование изображений, помещенных на данном листе (наименование листа);

е) в графе 6 – условное обозначение стадии проектирования:

- П – для проектной документации,

- Д – для дипломного проектирования;

ж) в графе 7 – порядковый номер листа графической части;

и) в графе 8 – общее число листов документа. Графу заполняют только на первом листе.

к) в графе 9 – шифр учебного заведения и шифр группы студента, разработавшего документ (например, ГБПОУ КК «КМТ» гр. 18-Э1-4/96);

л) в графе 10 – характер выполненной работы (разработал, руководитель, нормоконтроль).

м) в графах 11-13 – фамилии и подписи лиц, указанных в графе 10, и дату подписания.

н) графы 14-19 – графы таблицы изменений, которые в дипломном проекте не заполняют.

ОБРАЗЕЦ

**Приложение Ж. Пример оформления основной надписи**

						<i>08.02.09.ДП.001.Э7</i>			
						<i>ООО "Монтаж-Кубань"</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Кол. уч.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разработал</i>	<i>Иванов</i>					<i>Организация и выполнение работ по монтажу и наладке электрооборудования токарного цеха</i>	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руководитель</i>	<i>Сидоров</i>						<i>Д</i>	<i>1</i>	<i>4</i>
						<i>Схема электрическая расположения силовой сети на плане</i>	<i>ГБПОУ КК «КМТ», гр. 18-Э1-4/9Б</i>		
<i>Н. контроль</i>	<i>Петров</i>								

*ОБРАЗЕЦ*

