

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Электроснабжение»

## **ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
для студентов специальности  
1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)»  
специализации 1-43 01 03 01 «Электроснабжение  
промышленных предприятий»  
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2018

УДК 621.311.031:378.046.2(075.8)  
ББК 31.29-5я73  
Д46

*Рекомендовано научно-методическим советом  
энергетического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 9 от 30.05.2017 г.)*

Составители: А. Г. Ус, Т. В. Алфёрова, С. Г. Жуковец

Рецензент: доц. каф. «Автоматизированный электропривод» ГГТУ им. П. О. Сухого  
канд. техн. наук *В. В. Тодарев*

**Дипломное проектирование** : учеб.-метод. пособие для студентов специальности  
Д46 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» специализации 1-43 01 03 01 «Электро-  
снабжение промышленных предприятий» днев. и заоч. форм обучения / сост.:  
А. Г. Ус, Т. В. Алфёрова, С. Г. Жуковец. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – 92 с. –  
Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на  
HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: [https://  
elib.gstu.by](https://elib.gstu.by). – Загл. с титул. экрана.

Содержит информационный материал по прохождению преддипломной практики, выбору  
темы дипломного проекта (работы), сбору исходных материалов, подготовке, оформлению  
и представлению дипломного проекта (работы) к защите.

Для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» специализации  
1-43 01 03 01 «Электроснабжение промышленных предприятий» дневной и заочной форм обучения.

УДК 621.311.031:378.046.2(075.8)  
ББК 31.29-5я73

© Учреждение образования «Гомельский  
государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	<b>5</b>
1. Общая характеристика дипломного проектирования.....	<b>7</b>
2. Преддипломная практика, тема дипломного проекта и сбор исходных материалов для проектирования.....	<b>14</b>
2.1. Преддипломная практика.....	<b>14</b>
2.2. Сбор исходных данных для проектирования и тематика дипломных проектов .....	<b>15</b>
2.3 Оформление отчета по преддипломной практике.....	<b>23</b>
3. Задание на дипломное проектирование и график работы над дипломным проектом.....	<b>26</b>
4. Состав и содержание дипломного проекта (работы).....	<b>27</b>
4.1. Состав дипломного проекта.....	<b>27</b>
4.2. Содержание дипломного проекта.....	<b>31</b>
5. Выполнение дипломного проектирования.....	<b>37</b>
6. Представление и защита дипломного проекта.....	<b>39</b>
6.1 Подготовка к защите.....	<b>39</b>
6.2 Процедура защиты.....	<b>40</b>
6.3 Оценка результатов защиты.....	<b>41</b>
6.4 Оглашение результатов защиты.....	<b>41</b>
7. Требования к оформлению дипломного проекта.....	<b>43</b>
7.1 Пояснительная записка дипломного проекта и требования к ее оформлению.....	<b>43</b>
7.2 Требования к графической части проекта.....	<b>50</b>
7.3 Условные графические обозначения электрооборудования в электрических схемах и на планах.....	<b>53</b>
Список использованных источников.....	<b>55</b>
Приложения.....	<b>58</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Обучение в высших технических учебных заведениях (университетах) заканчивается аттестацией, как правило, в виде государственного экзамена (ГЭ) и защиты студентами дипломного проекта (ДП) или дипломной работы (ДР).

Для этой цели в университете ежегодно по специальности создаётся одна или несколько государственных экзаменационных комиссий (ГЭК) в составе председателя(ей) и членов комиссии (ий). Формирование ГЭК, их цели, задачи, функции, обязанности определяются следующим нормативным документом: «Положение о государственных экзаменационных комиссиях высших учебных заведениях» (приказ министра образования РБ №356 от 27.06.1997г.) [1].

Некоторые понятия, встречающиеся в связи с этим:

Государственный экзамен по специальности – это форма итоговой аттестации обучающихся, которая устанавливается Кодексом Республики Беларусь об образовании [2].

Государственный экзамен проводится по дисциплинам, предусмотренным типовыми учебными планами, утверждёнными Министерством образования.

Для подготовки студентов к сдаче государственного экзамена университет организует чтение обзорных лекций и проводит групповые консультации.

Государственные экзамены проводятся по билетам, которые составляются в полном соответствии с учебными программами.

Сдача государственных экзаменов и защита дипломных проектов (работ) проводятся на открытом заседании ГЭК с участием не менее половины состава комиссии.

**Под дипломным проектированием** понимается заключительный этап обучения в высшем учебном заведении, завершающийся разработкой дипломного проекта (работы) и защитой его (её) в ГЭК.

Дипломный проект (работа) является квалификационной работой выпускника.

**Дипломным проектом** является учебная проектная разработка, содержащая все основные части реального проекта.

**Дипломная работа** представляет собой определенные исследования на ту или иную тематику.

Данные методические указания разработаны к дипломному проектированию для специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» по специализации 1-43 01 03 01 «Электроснабжение промышленных предприятий» и содержат информацию по прохождению преддипломной практики, выбору темы дипломного проекта (работы), сбору исходных материалов, подготовке, оформлению и представлению дипломного проекта (работы) к защите.

Они могут быть полезны также руководителям и консультантам дипломных проектов.

# 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Дипломное проектирование по специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)», специализация 1-43 01 03 01 «Электроснабжение промышленных предприятий» регламентируется, в основном, следующими материалами (документами) нормативной базы по деятельности высших учебных заведений:

- Инструкция по подготовке, оформлению и представлению к защите дипломных проектов (работ) в высших учебных заведениях [3];
- Образовательный стандарт высшего образования, первая степень, специальность 1-43 01 03 «Электроснабжение» (по отраслям) [4];
- Учебные планы первой ступени высшего образования специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)», специализация 1-43 01 03 01 «Электроснабжение промышленных предприятий» дневной формы получения образования со сроком обучения 5 лет [5], заочной формы получения образования со сроком обучения 4,5 года [6], со сроком обучения 6 лет [7];
- Положение о практике студентов, курсантов, слушателей учреждений высшего образования РБ [8];
- Программы преддипломной практики [9,10].

В соответствии с [3]:

1. Выполнение дипломных проектов (работ) является заключительным этапом обучения студентов в высшем учебном заведении и имеет своей целью:

- закрепление и углубление теоретических и практических знаний по избранной специальности и применение их для решения конкретных задач;

- формирование навыков ведения самостоятельной проектно-конструкторской или исследовательской работы и овладение методикой проектирования или научного исследования и эксперимента;

- приобретение навыков обобщения и анализа результатов, полученных другими разработчиками или исследователями;

- выяснение подготовленности студента для самостоятельной работы в условиях современного производства, прогресса науки, техники и культуры.

2. Дипломный проект (работа) является квалификационной работой выпускника. По уровню выполнения дипломного проекта (работы) и результатам его (ее) защиты Государственной экзаменационной комиссией (ГЭК) делается заключение о возможности присвоения выпускнику соответствующей квалификации.

**Тематика дипломных проектов (работ) должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки, техники и культуры.**

Тематика дипломных проектов (работ) и их руководители определяются выпускающими кафедрами и утверждаются Советом факультета.

Темы дипломных проектов (работ) и их руководители утверждаются приказом ректора по представлению декана факультета.

Замена предусмотренного учебным планом дипломного проекта дипломной работой допускается с разрешения ректора вуза по представлению декана факультета. При этом дипломная работа должна носить научно-исследовательский характер и содержать в обязательном порядке расчетно-графическую часть.

3. Студентам предоставляется право выбора темы дипломного проекта (работы). Студент может предложить свою тему дипломного проекта (работы). В этом случае он должен обратиться к заведующему кафедрой с письменным заявлением, в котором обосновывается целесообразность работы. При положительном решении вопроса тема дипломного проекта (работы) включается в перечень тем кафедры.

В соответствии с темой дипломного проекта (работы), руководитель дипломного проекта (работы) выдает студенту задание по изучению объекта практики и по сбору материала к дипломному проекту (работе). Одновременно студенту выдается задание на дипломный проект (работу), составленное руководителем и утвержденное заведующим кафедрой, с указанием срока завершения выполнения дипломного проекта.

4. Руководителями дипломных проектов (работ) назначаются лица из профессорско-преподавательского состава данного вуза,

как правило, профессора и доценты, а также научные сотрудники и высококвалифицированные специалисты данного вуза и других учреждений и предприятий.

Дипломный проект (работа) выполняется студентом в течение промежутка времени, отведенного для этого учебным планом по соответствующей специальности. Рекомендуется включать в этот промежуток времени также время нахождения студента на последней производственной (преддипломной) практике. Продолжительность дипломного проектирования для студентов дневной и заочной форм с любым сроком обучения – 12 недель.

5. Руководитель дипломного проекта (работы) обязан:

- составить и выдать задание на дипломный проект (работу);
- оказать студенту помощь в разработке календарного плана-графика на весь период выполнения дипломного проекта (работы);
- рекомендовать студенту необходимую основную литературу, справочные и архивные материалы, типовые проекты и другие источники по теме дипломного проекта (работы)
- проводить систематические, предусмотренные планом-графиком беседы со студентом, давать студенту консультации, контролировать расчетные и экспериментальные результаты;
- контролировать ход выполнения работы и нести ответственность за ее выполнение вплоть до защиты дипломного проекта (работы);
- составить отзыв о дипломном проекте (работе).

6. По предложению руководителя дипломного проекта (работы) в случае необходимости кафедре предоставляется право приглашать консультантов по отдельным узконаправленным разделам дипломного проекта (работы) за счет лимита времени, отведенного на руководство дипломным проектом (работой).

Консультантами по отдельным разделам дипломного проекта (работы) могут назначаться профессора и преподаватели высших учебных заведений, а также высококвалифицированные специалисты и научные работники других учреждений и предприятий. Консультанты проверяют соответствующую часть выполненной студентом работы и ставят на ней свою подпись.

7. Выпускающие кафедры должны разрабатывать и обеспечивать студентов методическими указаниями по подготовке, оформлению и защите дипломных проектов (работ), в которых устанавливается обязательный объем требований к дипломному проекту (работе) применительно к специальности.

8. Дипломный проект (работа) выполняется на основе глубокого изучения литературы по специальности (учебников, учебных пособий, монографий, периодической литературы, журналов на иностранных языках, нормативной литературы и т.п.).

9. В дипломном проекте (работе) в соответствии с заданием должны быть детально освещены вопросы темы, включая критический анализ литературных данных и проведение самостоятельных теоретических и (или) экспериментальных исследований изучаемого вопроса или разрабатываемого объекта. В дипломных проектах, кроме того, должны быть отражены вопросы технологии, стандартизации, экономики, охраны труда и т.п., свойственные особенностям специальности.

10. Дипломный проект состоит из двух частей: пояснительной записки, комплекта конструкторских документов и другого графического и (или) иллюстративного материала. Дипломная работа оформляется, как правило, в виде пояснительной записки и может сопровождаться графической частью.

11. Общими требованиями к пояснительной записке к дипломному проекту (работе) являются: четкость и логическая последовательность изложения материала, убедительность аргументации, краткость и ясность формулировок, исключающих неоднозначность толкования, конкретность изложения результатов, доказательств и выводов.

Пояснительная записка к дипломному проекту (работе) должна в краткой и четкой форме раскрывать творческий замысел проекта (работы), содержать методы исследования, принятые методы расчета и сами расчеты, описание проведенных экспериментов, их анализ и выводы по ним, технико-экономическое сравнение вариантов и при необходимости сопровождаться иллюстрациями, графиками, эскизами, диаграммами, схемами и т.п. В тех случаях, когда в проектах (работах) содержатся сложные математические расчеты, для их проведения, как правило, применяется электронно-вычислительная техника.

Пояснительная записка к дипломному проекту (работе) может быть написана на русском или белорусском языках.

Чертежи к дипломным проектам выполняются по формату тушью, карандашом или с использованием графического редактора (AutoCAD, Компас), а в части условных обозначений и масштаба должны соответствовать требованиям действующих стандартов.

Пояснительная записка к дипломному проекту (работе) должна быть переплетена или помещена в стандартную папку для дипломного проектирования (дипломной работы).

12. Студент может по рекомендации кафедры представить дополнительно краткое содержание дипломного проекта (работы) на одном из иностранных языков, которое оглашается на защите и может сопровождаться вопросами к студенту на этом языке.

13. Работа над дипломным проектом (работой) выполняется студентом, как правило, непосредственно в вузе с представлением ему определенного места в аудитории для дипломного проектирования. По отдельным специальностям дипломный проект (работа) может выполняться на предприятии, в организации, в научных и проектно-конструкторских и других учреждениях.

14. Перед началом выполнения дипломного проекта (работы) студент должен разработать календарный график работы на весь период с указанием очередности выполнения отдельных этапов и после одобрения руководителем представить на утверждение заведующему выпускающей кафедрой.

15. Декан факультета устанавливает сроки периодического отчета студентов по выполнению дипломного проекта (работы). В установленные деканом сроки студент отчитывается перед руководителем и заведующим кафедрой, которые фиксируют степень готовности проекта (работы) и сообщают об этом декану факультета.

16. За принятые в дипломном проекте (работе) решения, правильность всех данных и сделанные выводы отвечает студент–автор дипломного проекта (работы).

17. Законченный дипломный проект (работа), подписанный студентом и консультантами, представляется руководителю, который составляет на него (ее) отзыв.

В отзыве руководителя дипломного проекта (работы) должны быть отмечены:

- актуальность темы дипломного проекта (работы);
- степень решённости поставленной задачи;
- степень самостоятельности и инициативности студента;
- умение студента пользоваться специальной литературой;
- способности студента к инженерной или исследовательской работе;
- возможность использования полученных результатов на практике;

- возможности присвоения выпускнику соответствующей квалификации.

18. Дипломный проект (работа) и отзыв руководителя представляются заведующему кафедрой, который решает вопрос о возможности допуска студента к защите дипломного проекта (работы).

Для решения этого вопроса на кафедре может создаваться рабочая комиссия (комиссии), которая заслушивает сообщение студента по дипломному проекту (работе), определяет соответствие дипломного проекта (работы) заданию и выясняет готовность студента к защите.

Допуск студента к защите фиксируется подписью заведующего кафедрой на титульном листе пояснительной записки к дипломному проекту (работе).

Если заведующий кафедрой на основании выводов рабочей комиссии не считает возможным допустить студента к защите, этот вопрос рассматривается на заседании кафедры с участием руководителя дипломного проекта (работы). При отрицательном заключении кафедры протокол заседания представляется через декана факультета на утверждение ректору, после чего студент информируется о том, что он не допускается к защите дипломного проекта (работы).

19. Дипломный проект (работа), допущенный выпускающей кафедрой к защите, направляется заведующим выпускающей кафедрой на рецензию.

В рецензии должны быть отмечены:

- актуальность темы дипломного проекта (работы),
- степень соответствия дипломного проекта (работы) заданию,
- логичность построения пояснительной записки,
- наличие по теме дипломного проекта (работы) критического обзора литературы, его полнота и последовательность анализа,
- полнота описания методики расчета или проведенных исследований, изложения собственных расчетных, теоретических и экспериментальных результатов, оценка достоверности полученных выражений и данных,
- наличие аргументированных выводов по результатам дипломного проекта (работы),
- практическая значимость дипломного проекта (работы), возможность использования полученных результатов,

- недостатки и слабые стороны дипломного проекта (работы),
- замечания по оформлению пояснительной записки к дипломному проекту (работе) и стилю изложения материала,
- оценка дипломного проекта (работы).

20. Порядок защиты дипломного проекта (работы) определяется Положением о Государственных экзаменационных комиссиях[1].

21. Дипломный проект (работа) после защиты хранится в архиве ВУЗа, в котором она выполнялась на протяжении трех лет, дипломные проекты, по которым имеются акты внедрения в производство или в учебный процесс, хранятся постоянно.

В связи с тем, что тематика дипломных проектов (работ) в каждом конкретном случае, в той или иной степени связана с материалом специальных дисциплин и (или) дисциплин специализации 1-43 01 03 01 «Электроснабжение промышленных предприятий» в соответствии с [4,5,6,7] в таблице 1.1 приведены названия основных специальных дисциплин и дисциплин специализации.

Таблица 1.1- Названия дисциплин

Названия основных специальных дисциплин	Названия дисциплин специализации
Передача и распределение электроэнергии	Электроснабжение промышленных предприятий
Релейная защита и автоматика систем электроснабжения	
Производство электроэнергии	
Потребители электроэнергии	Управление электропотреблением
Системы электроснабжения	
Электрическое освещение	
Электротехнологические установки	Электроприводы рабочих машин
Электромагнитные переходные процессы	
Электрические машины	
Основы энергосбережения	Электрические аппараты
Электроника и информационно-измерительная техника	

## **2 ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ТЕМА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА И СБОР ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

### **2.1 Преддипломная практика**

Важным этапом для дипломного проектирования, разработки дипломного проекта (работы) является преддипломная практика студентов, одной из основных задач которой является сбор и подготовка материалов к дипломному проекту (работе).

Преддипломную практику студенты-дипломники в основном проходят на промышленных предприятиях в соответствии с разработанной выпускающей кафедрой программой [9,10].

Учебная программа по преддипломной практике разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования первой ступени обучения ОСВО-1-43 01 03-2013, по специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)», для дневной [9] и заочной [10] форм обучения.

Сроки проведения практики определяются соответствующими учебными планами [4,5,6,7] и продолжительность ее составляет на заочном отделении - 4 недели, на дневном - 6 недель.

Студенты направляются на преддипломную практику, как правило, по месту основной работы (по заочной форме обучения) или предполагаемой в соответствии с распределением (по дневной форме обучения).

Студенты могут проходить практику:

- в отделе главного энергетика и электроцехе промышленного предприятия или организации;
- в электротехническом отделе проектного института;
- в электроцеху электрической станции;
- на предприятии или в районных электрических сетях энергосистемы;
- в научно-исследовательских лабораториях ГГТУ им. П.О. Сухого или других учреждений и организаций;
- на других субъектах хозяйствования.

Руководство практикой осуществляется руководителями от университета и предприятия. Руководитель практики от университета назначается приказом ректора по представлению кафедры.

Преддипломная практика ставит своей целью [9,10]:

- систематизацию, закрепление и расширение теоретических знаний, которые студенты приобрели при изучении теоретического материала,

выполнении лабораторных работ и курсовых проектов;

- применение полученных знаний при решении конкретных задач промышленной электроэнергетики;
- приобретение навыков самостоятельной деятельности и овладение методикой исследования и экспериментирования при решении задач, поставленных в дипломном проекте;
- обследование электрического хозяйства предприятия;
- сбор материалов для выполнения дипломного проекта.

В период практики студентами решаются следующие задачи [9,10]:

- знакомство с уставом предприятия, видами деятельности предприятия, видами выпускаемой продукции и основными технологическими процессами;
- изучение системы электроснабжения предприятия, применяемого электрооборудования и организации его эксплуатации;
- изучение показателей электропотребления предприятия, их динамики и возможности оптимизации;
- изучение плана по внедрению энергосберегающих мероприятий и экономии энергоресурсов.

Таким образом, содержание преддипломной практики определяется темой дипломного проекта (работы), а также потребностью изучения методов решения технических, экономических, творческих, управленческих и других задач.

Тематика дипломных проектов (работ) должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки, техники и культуры.

## **2.2 Сбор исходных материалов для проектирования и тематика дипломных проектов**

В зависимости от места прохождения преддипломной практики, для большинства студентов ставится основная цель обследования электрического хозяйства предприятия, на котором она проводится – электротехнические системы, представляющие собой системы внешнего и внутреннего электроснабжения, в т. ч. силовое и осветительное электрооборудование, применяемое в производстве, а также систему электропотребления предприятия.

На основании результатов обследования необходимо провести анализ эффективности электроснабжения и использования электроэнергии, определить недостатки, узкие места

функционирования электрического хозяйства. Сформулировать их в виде задач, подлежащих решению и представить в выводах отчета по практике.

Тщательное, глубокое обследование электрохозяйства субъекта, на котором проходит практика, обусловит, в большинстве своем, выявление значительного количества существующих недостатков, что в свою очередь в качестве одного из критериев будет характеризовать качество прохождения преддипломной практики.

Устранение существующих недостатков, выявленных на предприятии, обусловит необходимость решения, в большинстве своем, актуальных задач в электроэнергетике субъекта, на котором проходит практика, а также выбор соответствующей темы дипломного проекта.

В первую неделю прохождения преддипломной практики должна быть предложена и окончательно сформулирована тема дипломного проекта. Она обсуждается с руководителем преддипломной практики, который в дальнейшем становится руководителем дипломного проекта. Избранная тема дипломного проекта (работы) должна быть актуальна и иметь практическое задание для дальнейшего развития системы электроснабжения предприятия. Темы дипломных проектов (работ) и их руководители утверждаются приказом ректора по представлению декана факультета и заведующего кафедрой.

**Следует помнить, что после выхода приказа о закреплении тем дипломных проектов по кафедре изменение тем дипломных проектов (работ) не допускается.**

Обследование субъекта хозяйствования, на котором проходит преддипломная практика, необходимо начинать с *общей характеристики его*, например, для промышленного предприятия это:

- *название предприятия в соответствии с уставом его;*
- *принадлежность предприятия к соответствующей отрасли промышленности (металлургическое, машиностроительное, химическое и др.);*
- *суммарная установленная мощность предприятия (малое предприятие – до 5 мВт, среднее – 5...75 мВт, крупное – свыше 75 мВт);*
- *тарифная группа предприятия по расчету за потребляемую электроэнергию (предприятие с присоединенной трансформаторной мощностью 750 кВА и выше - 1 тарифная группа, с присоединенной трансформаторной мощностью менее 750 кВА – 2 тарифная группа);*

- категория надежности электроснабжения (конкретное предприятие можно отнести к той или иной категории или категориям надежности, оценивая процентный состав составляющих его электроприемников; всего существует три категории надежности электроснабжения и из первой выделяется еще нулевая категория);

- категория энергетической службы (всего существует 12 категорий энергетических служб. Конкретная категория определяется величиной суммарной плановой трудоемкости годового плана планово-предупредительного ремонта энергетического оборудования и электрических сетей предприятия).

В общем, в качестве задания на сбор исходных материалов для выполнения дипломного проекта по промышленному предприятию, может быть предложен следующий обобщенный его вариант:

### **1 Общая характеристика предприятия**

**1.1** Историческая справка (время возникновения, цель, назначение, задачи, общая характеристика развития предприятия).

**1.2** Принадлежность предприятия к классификационным признакам (см. ранее - общая характеристика его).

**1.3** Производственная программа (технологический процесс предприятия и его структурная схема, динамика выпускаемой продукции).

**1.4** Характеристика электрического оборудования, перечень основных и вспомогательных подразделений (названия основных и вспомогательных цехов и других подразделений, состав общепромышленного и специального электрооборудования и их основные характеристики).

**1.5** Требования технологического процесса к надежности электроснабжения (категории надежности электроснабжения электроприемников цехов, самих цехов и всего предприятия).

**1.6** Характеристика окружающей среды производственных помещений (по ПУЭ – нормальные, жаркие, сухие, влажные, сырые и особо сырые, пыльные, с химически активной средой, пожароопасные - П-I, П-II, П-IIa, П-III, взрывоопасные - В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa; по ТКП 474 – 2013(02300) – А, Б, В1-В4, Г1, Г2, Д).

**1.7** Перспективы развития, модернизация производства (увеличения объемов и новой номенклатуры выпускаемой продукции, перепрофилирование предприятия и т.п.).

## 2 Характеристика и анализ существующей системы электроснабжения

2.1 Внешнее электроснабжение (напряжение; схема; линии электропередач, оборудование и аппараты и их износ; загрузка электроустановок, релейная защита и автоматика; конструктивное исполнение; надежность, живучесть и гибкость).

### 2.2 Внутреннее электроснабжение

2.2.1 Внутривзаводское электроснабжение (напряжение; схема, в ч.т. характеристика с т.з. ступенчатости электроснабжения; элементы – ТП, ПП, провода, кабели и шинопроводы, их износ и загрузка; релейная защита, автоматика и диспетчеризация; конструктивные исполнения; ППР энергооборудования, надежность, живучесть и гибкость); *при предполагаемой реконструкции внутривзаводской системы электроснабжения* – установленная силовая нагрузка всех подразделений предприятия (основных и вспомогательных цехов, складов и т.п.), характеристика осветительных установок (источники света, их количество и установленная мощность и др.) для возможности определения расчетных электрических нагрузок подразделений и всего предприятия.

2.2.2 Внутрицеховое электроснабжение – для характерного производства, цеха (напряжение и род тока; схема; типы систем заземления электрической сети; элементы электрической сети – распределительные устройства (распределительные щиты, ВРУ И ВУ, силовые шкафы, щитки освещения, коммутационные и коммутационно-защитные ящики), провода, кабели и шинопроводы; защита от аномальных режимов, в основном от тока КЗ и перегрузки; конструктивное исполнение; износ и ППР элементов электрической сети, данные об электроприемниках); *при необходимости реконструкции системы внутрицехового электроснабжения* – списочный состав предполагаемых к питанию электроприемников, их характеристика для возможности определения расчетных электрических нагрузок и присоединения их к соответствующим схемам питания.

### **3 Существующая система электропотребления предприятия и ее анализ**

3.1 Основные показатели и динамика электропотребления (помесячное, поквартальное за предыдущие 3 года).

3.2 Учет электроэнергии.

**3.2.1** Коммерческий (расчетный) учет электроэнергии (приборы учета, места их установки, расчетные тарифы за электроэнергию, другие задачи, решаемые в рамках АСКУЭ, договора с энергоснабжающей организацией).

**3.2.2** Технический (внутрипроизводственный) учет электроэнергии (приборы учета, места их установки, полнота охвата всего производства предприятия с т. з. нормирования расхода электроэнергии).

**3.3** Графики электрических нагрузок пунктов приема электрической энергии на предприятии (ГПП, ГРП и др.) и отдельных узлов эл. нагрузок (суточные среднестатистические и режимных дней, годовые и их основные физические величины, коэффициенты графиков).

3.4 Балансы потребления электроэнергии (по статьям расхода электроэнергии и подразделениям предприятия).

**3.5** Состояние нормирования потребления электроэнергии (удельные нормы и выполнение их, полнота применения нормирования).

**3.6** Компенсация реактивной мощности в электрических сетях предприятия (регламентированные энергоснабжающим предприятием значения потребляемой реактивной мощности, выполнение этих требований; места, мощности и схемы присоединения КУ).

**3.7** Оценка эффективности использования электроэнергии (по удельным нормам и удельному фактическому расходу электроэнергии).

3.8 Мероприятия по экономии ТЭР (из программы предприятия по экономии ТЭР или программы по энергосбережению из отчета по энергоаудиту).

**4 Охрана труда, техника безопасности и экология на предприятии.**

**5 Заключение** (отмечаются выявленные недостатки в результате обследования системы электропотребления, в системах внешнего и внутреннего электроснабжения и возможные пути их решения).

### *Тематика дипломных проектов*

В результате статистики обследования электрохозяйств потребителей, требований к тематике дипломных проектов[3] - основными разработками, определяющими темы дипломных проектов по специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)» и специализации 1-43 01 03 01 «Электроснабжение промышленных предприятий» для конкретного промышленного предприятия (потребителя) могут быть:

**- реконструкция систем электроснабжения (внешних и внутренних) в связи:**

- с установкой нового технологического оборудования,
- с износом электрооборудования,
- с модернизацией производства,
- с заменой электрооборудования,
- с внедрением энергосберегающих мероприятий,
- с оптимизацией эксплуатационных режимов распределения электроэнергии,
- с организацией технического учета расхода электроэнергии,
- с повышением эффективности управления внутренним электроснабжением и др.;

**- повышение эффективности систем электроснабжения за счет:**

- управления эксплуатационной надежностью составляющего ее электрооборудования и применения схем электрических сетей,
  - управления режимами распределения электроэнергии,
  - оптимизации компенсации реактивной мощности в ее электрических сетях,
- внедрения энергосберегающих мероприятий, и др.;

**- разработка мероприятий по энергосбережению:**

- в системах энергообеспечения (электро- и теплоснабжения),
- по автономным, собственным источникам энергии (генераторы, ТЭЦ, котельные, альтернативные и др. источники),
  - по общепромышленным установкам и зданиям (компрессоры, насосы, вентиляторы, подъемно-транспортные механизмы, сварочное, металло- и деревообрабатывающее оборудование, электрическое освещение, котлы, теплообменники и др.),
  - по специальным технологическим установкам, определяемым конкретным предприятием, принадлежностью его к соответствующей отрасли народного хозяйства,

- в области энергопотребления и использования ТЭР (учет энергоресурсов, балансы потребления их по подразделениям и статьям расхода, нормы расхода ТЭР, эксплуатационная надежность систем энергоснабжения и составляющего его энергооборудования).

Вопросы реконструкции, повышения эффективности работы, мероприятия по энергосбережению являются актуальными и для других субъектов хозяйствования, на которых студенты проходят преддипломную практику (*ПЭС, РЭС, электростанции, подстанции, энергообеспечивающие и потребительские комплексы*).

Для выяснения наличия и необходимости решения их, например, для подстанции (следующего по значению, масштабу и сложности после промышленного предприятия объекта преддипломной практики), необходима следующая основная исходная информация:

- общая характеристика подстанции (время пуска ее в эксплуатацию, назначение подстанции);
- напряжения подстанции, наличие основных силовых трансформаторов и если они имеются – их характеристики (тип трансформатора, их количество, высокое, среднее и низкое напряжение, номинальная мощность);
- электрическая схема подстанции (схемы электрических соединений на каждом из напряжений подстанции);
- графики электрических нагрузок трансформаторов, их основные физические величины и безразмерные показатели (активной и реактивной нагрузок за характерные зимний и летний дни, динамика изменения нагрузки по годам);
- силовое электрооборудование в РУ подстанции (ячейки КРУ, КСО, высоковольтные выключатели, разъединители, токоведущие элементы);
- измерительные трансформаторы и контрольно-измерительные приборы (трансформаторы тока и напряжения на каждом из напряжений подстанции, типы приборов и места их установки);
- режимы заземления нейтралей трансформаторов (заземленная, с резистивным заземлением, изолированная);
- собственные нужды подстанции (напряжение, схема собственных нужд, оперативный ток, коммерческий и технический учет расхода электроэнергии);
- величины токов короткого замыкания и емкостных токов замыкания на землю;

- релейная защита и автоматика элементов электрической сети;
- средства автоматизации, организации сбора и обработки информации, документооборот;
- система обслуживания и ремонта электрооборудования;
- организационно-технические мероприятия по повышению эффективности работы подстанции;
- охрана труда, техника безопасности и экология на подстанции.

*Тема дипломного проекта по подстанции может быть также по реконструкции ее, по повышению эффективности работы ее оборудования и всей подстанции, по разработке мероприятий по энергосбережению и т.д.*

При недостаточности объема исходной информации для дипломного проектирования исходя из масштаба и сложности подстанции могут быть обследованы также дополнительно питающие и распределительные электросети рассматриваемой подстанции, питаемые этой подстанцией потребительские комплексы – поселки, микрорайоны, промышленные и сельскохозяйственные объекты и др. Важным при этом является здесь использование не вымышленных, а реально существующих субъектов хозяйствования.

При прохождении практики в проектных институтах особое внимание должно быть обращено на технологию решения всех задач по проектированию конкретных электроустановок, электротехнических разработок (систем электроснабжения потребителей, в том числе жилых микрорайонов, поселков, городского наружного освещения, электростанций, подстанций и т.п.). Должен быть выполнен анализ эффективности проектирования, определены существующие недостатки, решение которых и должно быть предложено в дипломном проекте. *В качестве тем дипломных проектов могут быть:*

*повышение эффективности проектирования систем электроснабжения конкретных потребителей, сетевых объектов этих систем за счет применения соответствующих методик расчета, программ для ЭВМ и т.п.;*

*разработка программ для ЭВМ для решения конкретных задач проектирования систем электроснабжения, их сетевых объектов;*

*проектирование впервые конкретных систем электроснабжения, их сетевых объектов конкретного потребителя электроэнергии.*

Прохождение практики в научно-исследовательских лабораториях учреждений, организаций, как правило, это проведение соответствующих экспериментов, исследований, разработка устройств, аппаратов, приборов и др., что составит основу материала для написания соответствующей дипломной работы. *В этом случае*

*тема дипломной работы определяется целью выполняемых исследований, конкретных разработок.*

### **2.3 Оформление отчёта по преддипломной практике**

За период преддипломной практики студент обязан составить письменный отчёт, который является результатом систематизации и обработки, собранных на практике материалов и основным документом итогового контроля. Отчёт составляется на основании дневника, который ведётся практикантом систематически в период практики. Наряду с общим отчётом по практике предусматривается также выполнение индивидуального задания.

Содержание индивидуального задания определяется, в основном, темой дипломного проекта [9,10]. Это может быть:

**обоснование актуальности темы дипломного проекта, выполнение обзора публикаций и научно-технической литературы по данной проблеме, пути ее решения;**

**углубленное рассмотрение одной из задач, мероприятий по теме дипломного проекта;**

**техничко-экономические показатели систем электроснабжения, электропотребления предприятия, производства, цеха (для оценки эффективности предлагаемых в дальнейшем в дипломном проекте решений);**

**характеристика и анализ существующего положения дел в области релейной защиты и автоматики системы электроснабжения предприятия;**

**вопросы охраны труда, техники безопасности, экологии на предприятии, или др.**

В период практики студент должен в соответствии с темой индивидуального задания выполнить анализ или исследовать состояние указанной проблемы на данном предприятии, выполнить обзор технической литературы и публикаций в периодической печати по изучаемой тематике, на основании которых дать или наметить возможные технические предложения по ее решению. Эти предложения в дальнейшем детально должны разрабатываться в дипломном проекте. На основе анализа собранных материалов с привлечением сведений о прогрессивных технологиях студент

практикант обязан либо выбрать наиболее рациональную и прогрессивную технологию заданного производственного процесса, либо разработать рекомендации направленные на уменьшение доли ручного труда, улучшение качества продукции, снижение энергоёмкости процесса и т.д.

Индивидуальное задание выдается студенту в первые дни практики руководителем практики (дипломного проекта) от университета.

Отчёт по преддипломной практике выполняется в виде пояснительной записки объемом 20-30 страниц с приложением схем электроснабжения, графиков нагрузки предприятия, копий форм статистической отчётности и т.д. В отчёт включаются все основные материалы в соответствии с программой практики и индивидуальным заданием. В отчёте должны быть приведены необходимые таблицы, чертежи электроустановок, схемы электроснабжения.

Отчёт должен быть оформлен четким почерком черными чернилами или с использованием ЭВМ отпечатан на принтере (на одной стороне писчей бумаги формата А4).

При необходимости схемы, таблицы и чертежи можно выполнять на листах других форматов. Оформление отчёта осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТов.

**Отчёт по преддипломной практике должен состоять из следующих частей и листов:**

- титульный лист по преддипломной практике (приложение А);
- содержание;
- введение;
- отчёт по преддипломной практике, включающий основной материал (см. п. 2. данного методического указания);
- титульный лист по индивидуальному заданию (приложение Б);
- отчёт по индивидуальному заданию;
- заключение;
- список используемой литературы;
- приложения (схемы, графики, отчетные формы и др.).

Оформленный отчёт нужно представить на проверку и подпись руководителю практики от предприятия. На титульных листах отчёта по преддипломной практике, отчёта по индивидуальному заданию подпись руководителя практики от предприятия должна быть заверена печатью в отделе технического обучения или в отделе кадров предприятия. Также три печати должны быть в дневнике (стр 5.- убыл

/ прибыл и стр. 11 - характеристика студента).

Итоговый контроль по практике проводится в виде дифференцированного зачёта, защищаемого в комиссиях кафедры. *При этом в комиссию, руководителю практики от университета студент должен представить отчёт по практике, включающий индивидуальное задание, дневник по преддипломной практике, которые подписаны и заверены печатью руководителями практики от предприятия.*

### **3 ЗАДАНИЕ НА ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ГРАФИК РАБОТЫ НАД ДИПЛОМНЫМ ПРОЕКТОМ**

После прохождения преддипломной практики, сбора необходимой исходной информации для проектирования, утверждения соответствующим приказом ректора темы дипломного проекта (работы), руководителем дипломного проектирования студенту выдается по типовой форме, предварительно обсужденное с ним, утвержденное заведующим кафедрой задание на дипломное проектирование.

В задании наряду с темой дипломного проекта указываются: содержание расчетно-пояснительной записки, перечень графического материала, общая характеристика исходных данных к проекту, консультанты по отдельным разделам проекта и календарный график работы над проектом с конкретными сроками выполнения разделов и всего проекта.

Обязательными разделами в задании на выполнение дипломного проекта являются разделы охраны труда, техники безопасности и экологии, релейная защита и автоматика, и экономическая часть.

**Образец листа задания приведен в приложении Г.**

Для своевременного выполнения дипломного проекта его руководителем предлагается календарный график работы над проектом, который является неотъемлемой частью задания на дипломное проектирование (Приложение М).

При составлении календарного плана(графика) рекомендуется предусматривать окончание работы над проектом не позднее, чем за 15-20 дней до начала работы ГЭК.

В период работы над проектом студент обязан еженедельно сообщать руководителю о выполнении календарного плана. Информация об этом фиксируется на кафедре в период аттестации дипломного проектирования.

## **4 СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)**

### **4.1 Состав дипломного проекта**

Дипломный проект, как правило, состоит из пояснительной записки в жестком переплете, объемом не более 100-120 листов формата А4 печатного текста при необходимости с графиками, рисунками и графического материала объемом 7 и более листов формата А1.

Дипломная работа оформляется, как правило, в виде пояснительной записки и может сопровождаться графической частью.

Допускается предоставление на защиту чертежей в мультимедийном исполнении, при этом к пояснительной записке обязательно подшиваются подписанные чертежи формата А1, а каждому члену ГЭК предоставляются копии всех чертежей и другой необходимый раздаточный материал.

Поощряется предоставление на защиту изготовленных натуральных макетов, образцов или приборов, фотографий установок, выполнение проекта по заявке предприятия, наличие документов о внедрении разработки.

Соблюдение соответствующих стандартов и правил при оформлении расчетно-пояснительной записки, ее текстовой части с формулами, таблицами, графиками и т.п., а также графической части дипломного проекта (работы) является обязательным.

**Пояснительная записка к дипломному проекту (работе) должна в указанной последовательности включать в себя:**

- титульный лист;
- задание;
- реферат;
- перечень условных обозначений, символов, единиц и терминов (если в этом есть необходимость);
- содержание;
- введение;
- разделы пояснительной записки;
- заключение,
- список используемых источников,
- приложения (при необходимости).

*Титульный лист.* Титульный лист выполняется на одной стороне листа формата А4. Пример оформления титульного листа **приведен в приложении В.**

*Задание.* Задание представляет собой типовую форму, заполненную в соответствии с **приложением Г** и оформляют с двух сторон листа формата А4.

*Реферат.* Реферат должен содержать сведения об объеме дипломного проекта (работы): количество страниц машинописного текста, рисунков, таблиц, источников, приложений, графического материала. Должен быть приведен перечень ключевых слов и указана цель работ, а также решение задач для достижения этой цели, результаты работы. Объем не более 1 стр. **Образец реферата приведен в приложении Д.**

*Перечень условных обозначений, символов, единиц и терминов* (если в этом есть необходимость). Перечень должен располагаться столбцом. Слева в алфавитном порядке приводят сокращения условных обозначений, символов и т.д., а справа – их расшифровку. Пример записи приведен **в приложении Ж.**

*Содержание (оглавление).* Содержание представляет собой указатель с наименованием всех разделов, подразделов и пунктов (если они имеют наименование) с указанием номеров страниц, на которых размещается начало материала разделов (подразделов, пунктов). Его основное назначение – дать представление о тематическом содержании работы и помочь читателю быстро найти нужный материал. Оформление смотри **в приложении И.**

*Введение.* Во введении необходимо обосновать актуальность (целесообразность) выбранной темы, определить цели и задачи работы, указать состав дипломного проекта (работы). Объем содержания введения не более 2-3 страниц. Оно является органической частью основного текста, не имеющей собственной нумерации среди разделов.

*Разделы пояснительной записки.* Это основная часть пояснительной записки. Оформление смотри **в приложении К.** Текст этой части разделяют на разделы, подразделы и пункты. Разделы (подразделы), могут состоять из одного или нескольких подразделов (пунктов). В качестве разделов могут быть:

- разделы, представляющие собой результаты обследования субъекта хозяйствования, по которому выполняется дипломный проект - характеристику его, в т. ч, хозяйственной деятельности и

функционирования его, анализ существующих систем электроснабжения (внешнего и внутреннего), электропотребления и т.д. Для дипломных работ - обзор литературных источников по теме, используемых методов и (или) методик, математических моделей, программного обеспечения и т.п.;

- разделы, в которых приводятся решения отдельных или комплекса задач (мероприятий) по реконструкции систем электроснабжения предприятия, реконструкции электрической части подстанции, повышению эффективности их работы, по вопросам энергосбережения и др., предусмотренные заданием;

- разделы по применению современных технических средств и систем релейной защиты и автоматики (для дипломных проектов). Структура общего задания по релейной защите и автоматике выдается консультантом по данному разделу в зависимости от тематики дипломного проекта. Основанием готовности к защите раздела «Релейная защита и автоматика» является подпись консультанта на титульном листе дипломного проекта, на титульном листе данного раздела и на листе графической части по данному разделу;

- разделы с экономическим обоснованием принятого решения, с определением экономической эффективности внедрения полученных результатов, с требованиями охраны труда, техники безопасности и экологии при эксплуатации разработанного объекта для дипломных проектов (для дипломных работ - производственного направления). После получения задания на дипломное проектирование студент должен получить задание у консультанта кафедры по разделу «Экономическая часть». Основанием готовности к защите раздела «Экономическая часть» является подпись консультанта на титульном листе дипломного проекта, на титульном листе данного раздела и на листе графической части с технико-экономическими показателями проекта.

Для дипломных работ – приводятся собственные теоретические и экспериментальные исследования, результаты расчетов и другие, определенные заданием.

Названия разделов и подразделов пояснительной записки в обязательном порядке должно соответствовать названиям их по заданию на дипломное проектирование. В исключительных случаях, при необходимости изменения названия(ий) в задании, последнее переписывается, подписывается руководителем и вновь утверждается

зав. кафедрой. Содержание разделов и подразделов в свою очередь должно соответствовать их названиям.

*Заключение (выводы).* В заключении, как правило, приводятся результаты дипломного проектирования и их оценка, излагаются главные выводы из выполненной работы и рекомендации по дальнейшему использованию полученных разработок.

*Список используемых источников.* Список используемых источников выполняется в порядке упоминания их в тексте пояснительной записки и должен содержать сведения обо всех источниках, на которые имеются ссылки в работе (книги, статьи, стандарты и др. нормативные документы, публикации в Интернете и т.д.). В список нельзя включать неопубликованные работы, а также издания, которые не были использованы в данной работе. Пример оформления списка используемых источников **приведен в приложении Л.**

*Приложения (при необходимости).* Приложения оформляют как продолжение основного текста дипломного проекта (работы) на последующих его (ее) листах или в виде самостоятельной части (отдельного тома или папки). В тексте дипломного проекта (работы) на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке появления на них ссылок в тексте дипломного проекта (работы).

Текст пояснительной записки должен отвечать основным требованиям:

- четкости и качеству;
- логичности и последовательности изложения сведений;
- точности приведенных сведений;
- ясности и лаконичности изложения материала;
- аргументированности выводов;
- соответствия изложения материала нормам литературного языка.

#### **4.2. Содержание дипломного проекта**

В связи с тем, что чаще основными разработками, как составляющими ДП, являются проекты реконструкции или просто проекты систем внутреннего (внутризаводского, цехового) и внешнего электроснабжения потребителей, необходимо, как правило, при выполнении их придерживаться следующего порядка и содержания описательного материала:

**по разработке проекта внутреннего электрического освещения помещений:**

- 1 Характеристика объекта освещения и исходные данные для проектирования;
- 2 Светотехническая часть проекта:
  - 2.1 Выбор системы освещения;
  - 2.2 Выбор источников света;
  - 2.3 Выбор освещенности и коэффициентов запаса;
  - 2.4 Выбор типа светильников высоты их подвеса и размещения;
  - 2.5 Светотехнические расчеты, определение установленной мощности источников света.
- 3 Электрическая часть проекта:
  - 3.1 Выбор напряжения и типа заземления электрической сети;
  - 3.2 Разработка схемы питания осветительной установки;
  - 3.3 Выбор мест расположения щитков освещения и их типов и трассы осветительной сети;
  - 3.4 Выбор марки проводов и кабелей, шинпроводов и способов их прокладки;
  - 3.5 Расчет осветительной сети (выбор сечения проводов и кабелей, шинпроводов и расчет защиты);

**по разработке проекта системы цехового электроснабжения:**

- 1 Характеристика и анализ основных исходных данных для проектирования системы цехового электроснабжения;
- 2 Формирование первичных групп электроприемников для проектируемой электрической сети цеха;
- 3 Расчет электрических нагрузок первичных групп электроприемников;
- 4 Расчет осветительных нагрузок цеха;
- 5 Разработка схемы питания силовых электроприемников цеха и выбор типа заземления электрической сети;
- 6 Расчет электрических нагрузок узлов электрической сети и всего цеха;
- 7 Выбор конструктивного исполнения электрической сети, марки проводов, кабелей и типа шинпроводов, способов их прокладки;
- 8 Выбор сетевых электротехнических устройств (ШР, ШРА, ШМА) и аппаратов защиты в них;

- 9 Расчет защитных аппаратов электроприемников и электрических сетей;
- 10 Выбор сечений проводов и жил кабелей, шинпроводов для подключения ЭП и силовых объектов;
- 11 Выбор единичных мощностей и количества трансформаторов цеховых ТП или ВРУ;
- 12 Компенсация реактивных нагрузок в электрических сетях цеха;
- 13 Расчет токов трехфазного и однофазного короткого замыкания на напряжение до 1 кВ;
- 14 Проверка на электродинамическую стойкость к токам КЗ распределительных шкафов, шинпроводов и на успешность срабатывания от токов КЗ защитных аппаратов линий;

**по разработке проекта систем внешнего и внутризаводского электроснабжения предприятия:**

- 1 Характеристика и анализ основных исходных данных для проектирования систем внешнего и внутризаводского электроснабжения;
- 2 Определение расчетных электрических нагрузок цехов и предприятия в целом;
  - 2.1 Определение расчетных силовых нагрузок цехов на напряжении до 1кВ;
  - 2.2 Определение расчетных осветительных и суммарных (силовой и осветительной) нагрузок цехов;
  - 2.3 Расчет электрической нагрузки от электроприемников на напряжении выше 1кВ;
  - 2.4 Определение расчетной нагрузки предприятия;
- 3 Составление картограммы и определение условного центра электрических нагрузок предприятия;
- 4 Техничко-экономическое обоснование (по укрупненным показателям) выбора напряжения внешнего электроснабжения по минимуму приведенных затрат;
- 5 Выбор единичных мощностей и количества трансформаторов цеховых ТП предприятия;
- 6 Компенсация реактивных нагрузок в электрических сетях предприятия;
  - 6.1 Определение экономического значения реактивной мощности, потребляемой из энергосистемы;

6.2 Расчет мощности и выбор батарей конденсаторов для сети напряжением до 1 кВ;

6.3 Определение реактивной мощности, генерируемой синхронными двигателями;

6.4 Анализ баланса реактивной мощности на границе раздела энергоснабжающей организации и потребителя и при необходимости определение мощности батарей конденсаторов для сети напряжением выше 1 кВ;

7 Разработка схемы электроснабжения предприятия;

8 Расчет токов КЗ и выбор основного электрооборудования и электроаппаратуры;

9 Выбор и описание способов прокладки электрических сетей внешнего и внутризаводского электроснабжения;

10 Электрический расчет сетей внешнего и внутризаводского электроснабжения.

**по разработке проекта (реконструкции) электрической части подстанции:**

1. Характеристика и анализ основных исходных данных для проектирования подстанции;

2. Оценка состояния электрического хозяйства подстанции и обоснование необходимости реконструкции подстанции;

3. Режимы работы силовых трансформаторов, определение расчетной нагрузки на шинах подстанции;

4. Мероприятия по реконструкции подстанции:

4.1. Расчет токов короткого замыкания на шинах подстанции;

4.2. Выбор основного силового оборудования подстанции в РУ проектируемого напряжения;

4.3. Выбор сборных шин и токоведущих частей в РУ;

4.4. Выбор измерительных трансформаторов тока и напряжения;

4.5. Расчет наружного освещения;

4.6. Расчет системы молниезащиты на подстанции и заземление;

4.7. Применение тепловых насосов;

4.8. АСКУЭ

5. Мероприятия по реконструкции системы электроснабжения собственных нужд подстанции:

5.1. Расчет нагрузки собственных нужд;

5.2. Выбор проводников и защитной аппаратуры 0,4 кВ.

В конкретном ДП в зависимости от реальных условий, исходных данных для разработки проекта некоторые пункты содержания могут быть объединены. Необходимо также не забывать, что при выполнении проекта реконструкции учитываются существующая система электроснабжения, электрического освещения, электрическая часть подстанции и т.д.

Графический материал должен отражать тему дипломного проекта (работы) и наглядно дополнять текст пояснительной записки. Содержание и объем материалов, входящих в графическую часть, определяются студентом совместно с руководителем и должны соответствовать заданию на дипломное проектирование, минимальное количество 7 листов графической части формата А1 (841 x 594 мм). Примеры выполнения графической части приведены в приложении Н.

**В качестве графического материала могут быть:**

- Генеральный план объекта с сетями коммуникаций (с электрической сетью и картограммой нагрузок. Кабельный журнал);
- Ситуационные планы районов подстанций;
- Однолинейные схемы внешнего и внутреннего электроснабжения (схема электроснабжения предприятия, блока цехов, конкретного цеха, микрорайона);
- Планы цехов с расположением технологического оборудования и электрическими сетями;
- Однолинейная схема трансформаторной подстанции;
- Конструктивное исполнение трансформаторной подстанции, распределительного устройства;
- Расчет потерь мощности и электроэнергии в трансформаторе или линии;
- Схемы релейной защиты и автоматики;
- Карта селективности срабатывания защитных аппаратов;
- Схемы АПВ линии с односторонним или двусторонним питанием;
- Схемы соединений основного электрооборудования и защиты;
- Графики электрических нагрузок предприятия, конкретного узла электрической сети;
- Планы и разрезы распределительных устройств;
- Планы помещений с размещением светильников и электрической сетью.
- Принципиальная схема электрической осветительной сети;

- Наружное электрическое освещение территории промышленного предприятия, подстанции, ОРУ подстанции, микрорайона и др;
- Схемы молниезащиты и заземления объектов;
- Схемы АСКУЭ;
- Диагностика силового оборудования;
- Качество напряжения на электроприемниках;
- Мероприятия по экономии ТЭР;
- Техничко - экономические показатели и др.

## 5 ВЫПОЛНЕНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Работа над дипломным проектом практически начинается в период прохождения преддипломной практики, когда осуществляется обследование соответствующего субъекта хозяйствования. Как уже отмечалось, обследование осуществляется по заданию, выданному руководителем практики от университета (руководителем дипломного проекта).

Находясь на предприятии, студентом-практикантом совместно с руководителем практики от предприятия обсуждается это задание на предмет сбора необходимой исходной информации - где, у кого и как можно получить конкретную информацию.

Руководитель практики от предприятия является одним из основных консультантов по информации обследования, в том числе и по экспериментальным данным, выполненным на предприятии. При необходимости он может для более глубокой и профессиональной консультации пригласить соответствующего специалиста предприятия.

Собранная первичная информация об объекте обследования является основой для подбора темы дипломного проекта.

Руководитель практики от предприятия должен в обязательном порядке контролировать полноту и качество выполнения задания от университета.

От результатов обследования предприятия в значительной степени зависит выполнение и результат дипломного проектирования.

Представленные материалы для защиты преддипломной практики являются основой для составления задания на дипломное проектирование.

Что касается выполнения дипломной работы - материалы, являющиеся обзором литературных источников, а также проведение экспериментальных, исследовательских работ, что составляют основу ее, могут выполняться на младших курсах обучения.

По сформулированной и утвержденной теме дипломного проекта руководителем дипломного проекта готовится соответствующее задание на проектирование (см. п 3 данного УМП). В задании, как было указано ранее, наряду с другой информацией приведен календарный график работы над проектом утвержденный кафедрой с конкретными сроками выполнения разделов и всего проекта. График позволит планировать своевременное выполнение

дипломного проекта. Форма этого учебного графика без конкретных периодов проведения указана в приложении М. Важнейшей информацией в этом графике является время проведения аттестаций по дипломному проектированию и предварительная защита дипломных проектов в рабочих комиссиях, на которых решается вопрос готовности дипломного проекта конкретно каждого студента и допуск его к защите в ГЭК.

В процессе работы над дипломным проектом (работой) студент обязан регулярно посещать консультации, назначаемые руководителем проекта (работы). В ходе этих консультаций студент обязан знакомить руководителя проекта (работы) с полученными результатами, выяснять возникшие вопросы, обсуждать возможные варианты решений и намечать дальнейшие этапы работы. За решения, принятые в дипломном проекте, и правильность всех приведенных данных ответственность несет студент – автор проекта.

Системный контроль и наблюдение за ходом дипломного проектирования осуществляет руководитель проекта. Каждый руководитель информирует заведующего кафедрой о состоянии разработки и выполнении отдельных разделов проекта.

Студент допускается к защите дипломного проекта в результате заслушивания его на предварительной защите в рабочих комиссиях и при полной готовности расчетно-пояснительной записки и его графического материала.

## **6 ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И ЗАЩИТА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

### **6.1 Подготовка к защите**

К защите дипломного проекта (работы) допускаются студенты, полностью выполнившие учебный план, включая сдачу государственного экзамена.

Первые представления дипломных проектов (работ) на кафедре осуществляются в сроки, предусмотренные учебным графиком работы над дипломным проектированием (Приложение М) в рамках его (ее) предварительной защиты. При этом дипломный проект (работа) должен быть выполнен (выполнена) в полном объеме в соответствии с заданием, консультантами подписаны разделы релейной защиты, охраны труда и экономики и соответствующий графический материал. Кроме этого, дипломный проект (работа) проверяется руководителем дипломного проектирования и после устранения замечаний - разделы пояснительной записки, графический материал (чертежи) и титульный лист записки подписываются им. Руководителем составляется также отзыв на дипломный проект (работу).

И только при выполнении всего этого студент-дипломник допускается к предварительной защите. В противном случае, при неготовности дипломного проекта, в зависимости от общего объема неготовности, может быть предложен не позднее недельного срока от основного дня защиты - дополнительный день предварительной защиты или рассмотрен вопрос о не допуске к защите дипломного проекта (см. [3] - инструкцию по подготовке, оформлению и представлению к защите дипломных проектов (работ) в высших учебных заведениях, п.18 или раздел 1, п.18 данного УМП).

На предварительной защите рабочая комиссия заслушивает сообщение студента по дипломному проекту (работе), определяет соответствие дипломного проекта (работы) заданию и выясняет готовность студента к защите. При положительном решении и после устранения замечаний, указанных комиссией дипломный проект (работа) подвергается нормоконтролю (материалы дипломного проекта для проверки на соответствие ГОСТам и правилам оформления предоставляются нормоконтролеру, указанному в задании). Положительное прохождение фиксируется подписью нормоконтролера на титульном листе, в разделах пояснительной записки и в графическом материале (чертежах).

Дипломный проект (работа), допущенный выпускающей кафедрой к защите, направляется заведующим выпускающей кафедрой на рецензию.

Допуск студента к защите фиксируется подписью заведующего кафедрой на титульном листе пояснительной записки к дипломному проекту (работе). Студент обязан предоставить заведующему кафедрой отзыв руководителя и внешнюю рецензию.

Одновременно, в соответствии с учебным графиком работы над дипломным проектированием, устанавливается день и время (очередность) защиты дипломного проекта (работы).

Дипломный проект - расчетно-пояснительную записку с графическим материалом (чертежами) сам дипломник должен принести на заседание ГЭК в день защиты дипломного проекта.

## **6.2 Процедура защиты**

Порядок защиты дипломного проекта (работы) определяется Положением о Государственных экзаменационных комиссиях высших учебных заведений [1].

Защита дипломных проектов производится с приглашением на заседание ГЭК преподавателей, сотрудников, работников производства, студентов.

Защита в ГЭК начинается с предоставления председателем слова студенту-дипломнику, объявляя его фамилию, имя, отчество, тему дипломного проекта и фамилию руководителя. Защищающий делает доклад в течение 10-15 минут для сообщения содержания дипломного проекта (работы). В докладе должны быть четко сформулированы: цель и задачи работы, обоснована актуальность темы; предложены решения задач и разработка мероприятий для достижения поставленной цели; пояснены применяемые методики расчетов, математические и информационные модели; приведены результаты работы и практическая ценность их.

В процессе доклада студент должен привязываться к листам графической части и помнить об установленном регламенте времени.

После доклада секретарем ГЭК зачитывается рецензия на дипломный проект (работу). При имеющихся замечаниях рецензента выпускник должен ответить на них. Далее выпускник отвечает на вопросы членов ГЭК. Вопросы могут касаться как темы выполненного проекта (работы), так и носить общий характер в пределах дисциплин

специальности и специализации, изучаемой на протяжении обучения в ВУЗе.

### **6.3 Оценка результатов защиты**

При выставлении оценки члены ГЭК учитывают:

- соответствие содержания выполненного проекта заданию;
- обоснованность выбранных решений;
- наличие и качество исследовательской части;
- оригинальность конструкторского или схемного решения;
- степень использования разделов общенаучных и оригинальных компьютерных программ;
- практическую ценность работы и возможность внедрения;
- теоретический и практический уровень подготовки студента (с учетом качества ответов на вопросы, отзыва руководителя и оценки рецензента, успеваемости студента за время обучения)
- наличие актов внедрения и патентов на модель.

### **6.4 Оглашение результатов защиты**

После окончания защит дипломных проектов (работ) ГЭК продолжает свою работу на закрытой части заседания. В ходе закрытого заседания члены ГЭК: оценивают результаты защиты дипломных проектов (работ), решают вопросы о присвоении выпускникам соответствующей квалификации и выдаче им диплома о высшем образовании с отличием или без отличия, дает рекомендации для поступления в магистратуру.

Результаты защиты дипломных проектов (работ), решения о присвоении квалификации, выдачи дипломов о высшем образовании оглашаются в этот же день после оформления соответствующих протоколов.

Затем приглашаются защитившиеся студенты-дипломники и присутствующие. Председатель ГЭК оглашает результаты защиты. Каждому выпускнику сообщается оценка его дипломного проекта и присвоенная квалификация. В случае вручения дипломов с отличием, председатель ГЭК об этом сообщает публично.

При неудовлетворительной оценке по результатам защиты председатель ГЭК сообщает о возможности защиты того же проекта в дальнейшем (с доработкой, определяемой комиссией) или о выдаче нового задания.

## **6.5 Вручение дипломов**

Вручение дипломов производится в торжественной обстановке в актовом зале университета с приглашением на заседание ректора (проректора), деканов, заведующих кафедрой, преподавателей, сотрудников, студентов, друзей и родственников.

До вручения дипломов защитившиеся студенты - дипломники должны предоставить секретарю ГЭК студенческий билет и обходной лист с подписями и печатями. При утере студенческого билета, следует в деканате написать заявление в связи с его утерей.

Обходные листы находятся в деканате соответствующего факультета.

Торжественное мероприятие заканчивается предоставлением выпускникам заключительного слова.

## **7 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

### **7.1 Пояснительная записка дипломного проекта и требования к её оформлению**

К текстовой части учебных проектов предъявляются такие же требования, как и в общем случае к текстовым документам. Текстовые документы согласно ГОСТ 2.105-95 выполняют одним из следующих способов:

- с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ;

- рукописным - основным чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм, черной тушью (черной пастой или чернилами).

Текст в пояснительной записке оформляют с использованием шрифта Times New Roman высотой 14 pt через 1,15 - 1,2 интервал, абзацный отступ 1,25 и отпечатанный с использованием лазерного принтера. Текст должен размещаться на странице со следующими параметрами: левое, правое, верхнее и нижнее поля - 25 мм.

Объем пояснительной записки дипломного проекта должен быть не более 100-120 страниц печатного текста формата А4, 130-150 страниц рукописного текста формата А4.

Лист должен быть формата 210×297 мм (формат А4) или близких к нему форматов в пределах от 203×288 до 210×297 мм. Для таблиц на развороте допускается формат 297×420 мм и 288×407 мм.

Расстояние от рамки до границ текста следует оставлять: в начале строк не менее 5 мм, в конце строк не менее 3 мм. Расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки формы должно быть не менее 10 мм.

Абзацы в тексте начинаются с отступа 15-20 мм.

Текст записки размещают на одной стороне непрозрачной писчей белой бумаги одного формата.

Не допускается одновременное применение в одном проекте сквозной (например, для рисунков и таблиц) и индексной (например, для формул) нумерации.

Текст должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований. При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова "должен", "следует", "необходимо".

Пример оформления текстового раздела представлен в приложении К.

### ***Нумерация страниц***

Счёт страниц начинается с титульного листа, а первый раз номер страницы проставляется на введении с учётом всех предыдущих листов пояснительной записки дипломного проекта (работы). **Реферат, перечень условных обозначений и терминов** не включаются в общий объём страниц пояснительной записки. Нумерация страниц пояснительной записки осуществляется в прямоугольниках, расположенных в верхней правой части страницы.

### ***Деление текста***

Разделы дипломного проекта, это основная часть пояснительной записки. Текст этой части разделяют на подразделы, пункты.

Разделы нумеруются арабскими цифрами без точки в пределах всей пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) и записываются по центру листа. Переносы слов в разделах не допускаются. Если раздел состоит из двух предложений, то их разделяют точкой. Каждый раздел пояснительной записки следует начинать с новой страницы. Наименование раздела записывают в виде заголовков прописными буквами, полужирный шрифт. (Пример оформления раздела пояснительной записки приведен в приложении К).

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой (например: 1.1; 1.2 и т.д.). В конце номера подраздела точка не ставится. Подраздел оформляется с абзацного отступа. Наименование подраздела записывают в виде заголовков строчными буквами (кроме первой прописной). (Пример оформления подраздела пояснительной записки приведен в приложении К).

Названия разделов и подразделов пояснительной записки в обязательном порядке должно соответствовать названиям их по заданию на дипломное проектирование. В исключительных случаях, при необходимости изменения названия(ий) в задании, последнее переписывается, подписывается руководителем и вновь утверждается заведующим кафедрой. Содержание разделов и подразделов в свою очередь должно соответствовать их названиям.

Пункты нумеруются в пределах подраздела. В содержание пояснительной записки пункты не включаются. Номер пункта состоит из номеров подраздела и раздела, разделенных точкой (например: 1.1.1; 1.1.2 и т.д.). В конце номера пункта точка не ставится.

Внутри пунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления следует ставить тире или, при необходимости ссылки в тексте пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с отступом (например: 1), 2), 3 или а), б) и т.д.

Каждый пункт и перечисление записывают с абзацного отступа. Наименование пунктов записывают в виде заголовков (с абзаца) строчными буквами (кроме первой прописной).

Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно:  
при применении ЭВМ – полуторный интервал;  
при рукописном – 15 мм.

### ***Рисунки в пояснительной записке***

Количество рисунков в тексте должно быть достаточным для пояснения излагаемого материала. Они могут быть приведены как по тексту, так и в конце его или даны в приложении. Рисунки должны быть выполнены в печатном виде или черными чернилами на белой непрозрачной бумаге.

Все рисунки, если их более одного, нумеруют в пределах раздела арабскими цифрами. Номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера рисунка, например: Рисунок 1.1, Рисунок 2.13. Рисунок обязательно должен иметь название, которое записывают после порядкового номера через дефис (см. рисунок 1.1.). На каждый рисунок должна быть ссылка в тексте. Ссылки на ранее упомянутые иллюстрации дают без сокращения слова, например: рисунок 1.1.

При необходимости рисунки (иллюстрации) могут быть снабжены соответствующими пояснительными данными (подрисуночный текст). Ниже приводятся примеры оформления подписей под иллюстрациями.

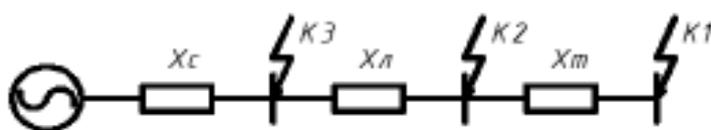


Рисунок 1.1 - Схема замещения сети: K1 – ток короткого замыкания в точке K1; K2 – ток короткого замыкания в точке K2; K3 – ток короткого замыкания в точке K3.

### ***Таблицы и выводы***

Различают два вида табличного материала: таблицы и выводы.

Таблицей называют цифровой и текстовый материал, сгруппированный в горизонтальные строки и вертикальные графы, разделенные линейками. Верхнюю часть таблицы называют головкой, левую графу - боковиком.

Вывод - упрощенный вариант таблицы. Графы вывода, в отличие от таблицы, разделяют пробелами, а не линейками.

Таблицы и выводы печатают при их первом упоминании. Небольшие таблицы и выводы приводят сразу за абзацем, в котором была сделана ссылка. Таблицы, занимающие больше половины страницы, даются на следующей странице (страницах). (Пример оформления таблиц в пояснительной записки приведен в приложении К).

Порядковая нумерация таблиц может быть сквозной или по разделам.

При оформлении таблицы в правом верхнем углу над таблицей пишут полностью: Таблица 1, Таблица 3.1. Таблицы обязательно должны быть разлинованы по вертикали. На каждую таблицу в тексте обязательно дается ссылка. Например: «Результаты расчета потокораспределения в схеме приведены в таблице 1» или «Использование существующих типоразмеров проводов (см. таблицу 3.1) приводит к ...». Пример оформления таблицы приведен ниже.



Таблицы можно давать с заголовками и без заголовков. Заголовок необходим всегда, когда таблица имеет самостоятельное значение.

Без заголовков дают таблицы вспомогательного характера. Все слова в заголовках пишут без сокращений.

Диагональные линейки в головке боковика таблицы не допускаются. В таблице, не разлинованной по горизонтали, повторяющийся текст, если он состоит из одного слова, может быть заменен кавычками. Если этот текст содержит более одного слова, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а при последующих повторениях под словами «То же» ставят две пары кавычек.

Если таблица разделена горизонтальными линейками, то после линейки при повторениях следует писать «То же», а не ставить кавычки.

Числовые данные в таблицах не сопровождают единицами величин, последние выносят в текст головки или общего названия. Если в работе только одна таблица, то ее не нумеруют и слово «Таблица» не пишут.

Небольшой и несложный табличный материал, например, технические данные, излагают в виде вывода. Вывод, как правило, содержит боковик, отточия и один или два столбца. Вывод приводят без заголовка, если он является непосредственным продолжением излагаемого материала.

Ниже приводится пример оформления вывода.

В результате выполненных расчетов найдены основные технико-экономические показатели анализируемых вариантов выбора сечения и конструкции фазы электропередачи 750 кВ.

	Вар.1	Вар.2
Капиталовложения, у.е. ....	18,3	13,8
Издержки на потери электроэнергии, у.е./год.....	0,79	1,43
Приведенные затраты, у.е./год.....	4,4	4,36

### **Формулы и уравнения**

Основные формулы в тексте нумеруются арабскими цифрами в пределах каждой главы. (Пример оформления формул и уравнений в пояснительной записки приведен в приложении К).

Номер формулы состоит из номера главы и порядкового номера формулы, разделенных точкой. Номер указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круговых скобках:

$$q = \frac{\rho_{\text{расч}}}{\gamma_{\text{расч}}}$$

(7.1)

Ссылка в тексте на номер той или иной формулы дают в скобках, например: «Согласно формуле (7.1) сечение проводника зависит...». Допускается также нумерация формул в пределах всего текста (сквозная нумерация).

В случаях, когда очередная формула является разновидностью приведенной ранее, допускается использование цифробуквенной нумерации. Например: (13а), (13б), (3.10а), (3.10б).

В формулах следует применять, в первую очередь, круглые скобки ( ), во вторую – прямые [ ], в третью – фигурные { }. Например:

$$y = -\frac{k^2}{c} \left\{ \sum_{i=1}^n [x_i + (y_i - 1)^2] \right\}.$$

(7.2)

После формул ставится тот знак препинания, который необходим при построении фразы. Если заканчивается фраза, то за ней следует точка, если заканчивается главное предложение - запятая (например, перед словом «где», начинающим экспликацию). Между идущими подряд формулами ставят точку с запятой.

Многоточие внутри формулы применяется в виде трех точек на нижней линии строки. Например:

$$\begin{aligned} & f(x_1, \dots x_n); \\ & S_1 - S_2 - \dots - S_3; \\ & b_1 = b_2 = \dots = b_3. \end{aligned}$$

Значения переменных и числовых коэффициентов, входящих в формулы, должны быть приведены непосредственно после соответствующего выражения. Значение каждого символа (переменной) дают с новой строки в такой последовательности, в какой они приведены в формуле. Первая расшифровка должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него. Пример:

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot R, \quad (7.3)$$

где  $\Delta P$  – потери мощности в линии, кВт;

$P$  и  $Q$  – соответственно активная и реактивная мощность, протекающая по линии, кВт и квар;

$U$  – линейное напряжение, кВ;

$R$  – активное сопротивление линии, Ом.

Некоторые математические обозначения, применяемые при описании формул: = равно,  $\equiv$  тождественно равно,  $\infty$  бесконечность,  $\neq$  не равно,  $\approx$  приблизительно равно, пропорционально,  $<$  меньше,  $>$  больше, подробно,  $\geq$  больше или равно,  $\leq$  меньше или равно,  $<$  больше или меньше,  $\subset$  знак содержания (включения) для множества,  $\in$  знак принадлежности,  $\notin$  знак не принадлежности,  $\cup$  объединение двух множеств,  $\cap$  пересечение двух множеств,  $\emptyset$  пустое множество,  $\Leftrightarrow$  эквивалентно,  $\Rightarrow$  следует,  $\neg$  отрицание,  $\exists$  квантор существования (читается как «существует»),  $\forall$  квантор общности (читается как «для всех»),  $\sup$  верхняя граница множества,  $\inf$  нижняя граница множества.

### **Ссылки**

Ссылки на литературу в тексте, согласно ГОСТ 7.32-91, заключают в прямые скобки, например, [15], [38], [16, т.1]. Ссылаться можно на документ в целом или на его разделы и приложения. Ссылки на главы, параграфы, пункты, таблицы и иллюстрации не допускаются. Ссылки на формулы приводят в круглых скобках, например, (6), (2.8), (3.12)-(3.18). Если формулы идут с буквенной нумерацией, то буква печатается рядом с цифрой, например, (6б), (2.8в).

Ссылки на рисунки дают по типу «рисунок 8» или «рисунок 2.13». Если рисунок идет с буквенной нумерацией, то ссылка дается в виде: «рисунок 8б», «рисунок 2.13а».

Ссылка в тексте на номер той или иной формулы дают в скобках, например: «Согласно формуле (2.3) потеря напряжения зависит...».

Ссылки в тексте на таблицы дают в виде: таблица 1, таблица 3.1.

### ***Приложения***

Приложения оформляют как продолжение основного текста дипломного проекта (работы) на последующих его (ее) листах или в виде самостоятельной части (отдельного тома или папки). В тексте дипломного проекта (работы) на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке появления на них ссылок в тексте дипломного проекта (работы).

Приложение обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением восьми букв Е, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. Все приложения, если их более одного, нумеруют арабскими цифрами, например: ПРИЛОЖЕНИЕ А, ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

После слова “ПРИЛОЖЕНИЕ” следует буква, обозначающая его последовательность.

При оформлении приложения к дипломному проекту в виде отдельной части (книги) на титульном листе отдельной части под названием дипломного проекта следует написать прописными буквами слово «ПРИЛОЖЕНИЕ».

## **7.2 Требования к графической части проекта**

***Графический материал должен*** отражать тему дипломного проекта (работы) и наглядно дополнять текст пояснительной записки. Содержание и объем материалов, входящих в графическую часть, определяются студентом совместно с руководителем и должны соответствовать заданию на дипломное проектирование.

Планы зданий, сооружений, городов, сел, электростанций, трасс воздушных линий располагают, как правило, длинной стороной вдоль горизонтальной стороны листа.

Верхняя часть листа должна соответствовать северной стороне территории. Допускается отклонение от ориентации на север в пределах 90° влево или вправо.

Принятую ориентацию сохраняют на всех чертежах, в основе которых лежит план территории или отдельных ее участков.

Изображения, не помещающиеся на листе принятого формата, допускается разделять на несколько участков, размещая их на отдельных листах. На листе с изображением первого участка помещают схему всего изображения в мелком масштабе с нанесением границ участков тонкой штриховой линией и указанием номеров листов, на которых участки размещены.

Надписи в местах примыкания к границе разделения, показываемой на изображениях участков как линии обрыва, повторяют на изображениях смежных участков.

Все чертежные листы должны быть одного формата (формат А1 841× 594 см). В обоснованных случаях для отдельных листов допускается применять другие форматы за счет изменения длины листа.

Масштаб и степень детализации на чертежах должны быть рациональными. Чертежи должны быть наглядными и занимать весь лист.

ГОСТ 2.104-68 устанавливает размер и порядок заполнения основных надписей, а также размеры рамок на чертежах и текстовых документах, входящих в состав проектной документации. Содержание и размеры основных надписей на чертежах должны соответствовать, приведенным на рисунке 1.2. Линии, образующие рамку листа пояснительной записки, должны отступать от края сверху, справа и снизу на 5 мм, а слева на 20 мм.

Основные надписи и рамки выполняют сплошными основными и сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.302-68.

Основные надписи располагают в правом нижнем углу чертежей.

В графах основной надписи (номера граф на рисунке 1.2 показаны в скобках) указывают:

в графе 1 – наименование чертежа;

в графе 2 – обозначение документа. Для учебных проектов рекомендуется следующее обозначение: ДП 1.43 01 03 01 – 18

в графе 3 – материал детали. На общих видах, схемах и других чертежах можно не заполнять;

в графе 4 – буквенное указание (литера), характеризующее документацию согласно ГОСТ 2.103-68. В дипломных проектах – литера «Д»;

в графе 5 – масса в килограммах (можно не заполнять);

в графе 6 – масштаб чертежа;

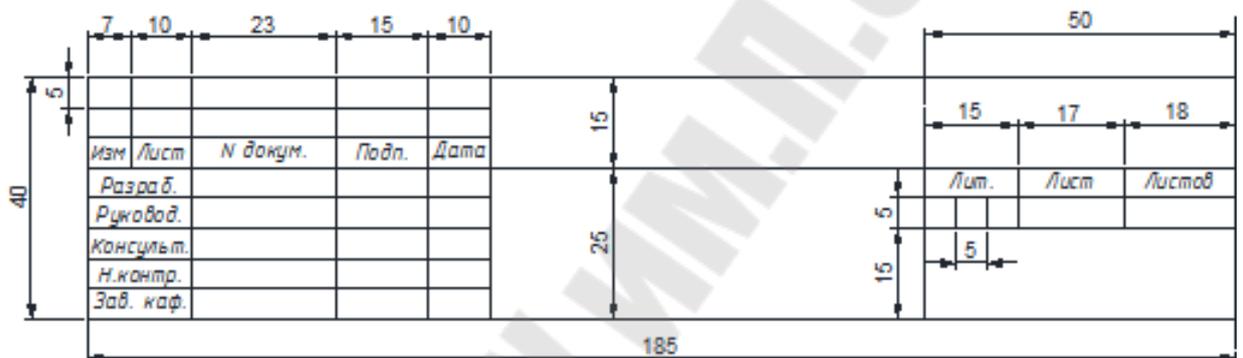
в графах 7 и 8 – порядковый номер листа и общее число листов в проекте;

в графе 9 – обозначение учебного заведения и кафедры.

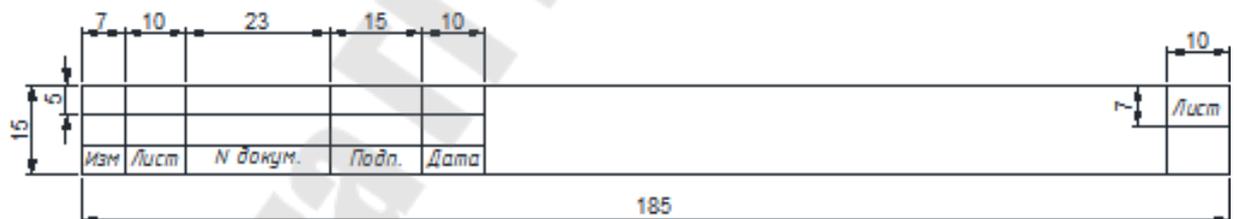
Примеры выполнения графической части приведены в приложении Н.

## Угловые штампы

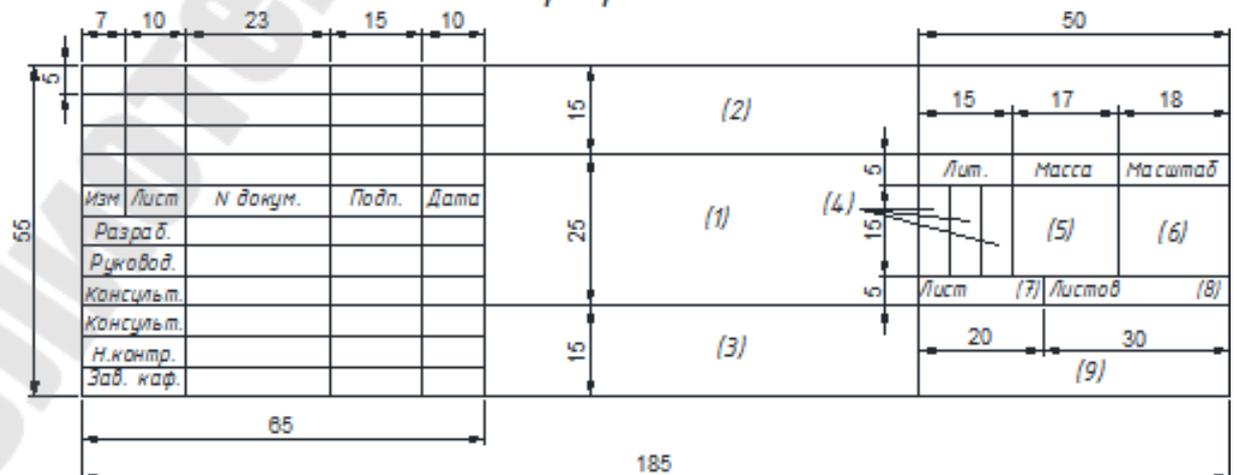
на первом листе раздела



на последующих листах документа



на графических листах



### **7.3 Условные графические обозначения электрооборудования в электрических схемах и на планах**

ГОСТ 21.210-2014 разработан ОАО «Центр методологии нормирования и стандартизации в строительстве» и ОАО ордена Трудового Красного Знамени Всесоюзным научно-исследовательским проектно-конструкторским институтом «Тяжпромсэлектропроект им. Ф.Б.Якубовского».

Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14 ноября 2014 г. № 72-П). За принятие стандарта проголосовали:

Краткое наименование страны по МК	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации.
Армения	Минэкономики Республики Армения
Кыргызстан	Кыргызстандарт
Молдова	Модова-Стандарт
Россия	Росстандарт
Узбекистан	Узстандарт

Введен в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 31 декабря 2015 г. №63 в качестве государственного стандарта.

ГОСТ 21.210-2014 устанавливает условные графические изображения электрооборудования и проводок на планах в электрических схемах и на планах. Основные элементы условных изображений приведены в приложении П.

ГОСТ 21.613-2014 устанавливает Правила выполнения рабочей документации силового электрооборудования. Основные листы рабочей документации приведены в приложении Р.

ГОСТ 2.729-68 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электроизмерительные. ГОСТ межгосударственный, Дата последнего изменения: 27.04.2017, т.е. действует и в республике Беларусь.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Положение о государственных экзаменационных комиссиях высших учебных заведений** – приказ министра образования РБ №356 от 27.06.1997г.

2. **Кодекс Республики Беларусь об образовании**, №243-3 от 13.01.2011г. // Нац. Реестр правовых актов РБ – 2011. - №13. – 2/1795.

3. **Инструкция по подготовке, оформлению и представлению к защите дипломных проектов (работ) в высших учебных заведениях** – приказ министра образования РБ №356 от 27.06.1997г.

4. **Образовательный стандарт высшего образования. Первая ступень.** Специальность 1-43 01 03 Электроснабжение (по отраслям). Классификация Инженер-энергетик. Дата введения 2013-09-01.

5. **Учебный план первой ступени высшего образования.** Специальность 1-43 01 03 Электроснабжение (по отраслям). Специализация 1-43 01 03 01 Электроснабжение промышленных предприятий. Срок обучения 5 лет. Набор 2013г.

6. **Учебный план первой ступени высшего образования.** Специальность 1-43 01 03 Электроснабжение (по отраслям). Специализация 1-43 01 03 01 Электроснабжение промышленных предприятий. Срок обучения 4,5 года. Набор 2013г.

7. **Учебный план первой ступени высшего образования.** Специальность 1-43 01 03 Электроснабжение (по отраслям). Специализация 1-43 01 03 01 Электроснабжение промышленных предприятий. Срок обучения 6 лет. Набор 2013г.

8. **Постановление совета министров РБ №860 от 3 июня 2010г.** Об утверждении Положения о практике студентов, курсантов, слушателей.

9. **Бахмутская В.В.** Программа преддипломной практики для студентов дневной формы обучения по специальности 1-43 01 03 Электроснабжение.-Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2014. - 12с.

10. Жуковец С.Г., Шведова О.С. Программа преддипломной практики для студентов заочной формы обучения по специальности 1-43 01 03 Электроснабжение: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2014. - 13с.

11. ГОСТ 21.210-2014 устанавливает условные графические изображения электрооборудования и проводок на планах в электрических схемах и на планах. Постановление Госстандарта Республики Беларусь от 31 декабря 2015 г. №63

12. ГОСТ 21.613-2014 устанавливает Правила выполнения рабочей документации силового электрооборудования.

13. ГОСТ 2.729-68 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электроизмерительные.

ПРИЛОЖНЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П.О. Сухого»

Энергетический (заочный) факультет

Кафедра «Электроснабжение»

**ОТЧЁТ**

ПО ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКЕ  
НА ПРЕДПРИЯТИИ «\_\_\_\_\_»

Выполнил студент группы ЭПП-51(ЗЭ-61)  
(ФИО студента)

Руководитель практики от предприятия  
(должность, ФИО руководителя)  
(подпись, место печати)

Руководитель практики от ВУЗа  
(должность, ФИО руководителя)

Дата защиты \_\_\_\_\_

Оценка работы \_\_\_\_\_

Подписи членов комиссии при защите отчета по практике

\_\_\_\_\_

201\_\_

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П.О. Сухого»

Энергетический (заочный) факультет

Кафедра «Электроснабжение»

**ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ**  
**ПО ПРЕДДИПЛОМНОЙ ПРАКТИКЕ**  
**НА ТЕМУ «\_\_\_\_\_»**

Выполнил студент группы ЭПП-51(ЗЭ-61)  
(ФИО студента)

Руководитель практики от предприятия  
(должность, ФИО руководителя)  
(подпись, место печати)

Руководитель практики от ВУЗа  
(должность, ФИО руководителя)

Дата защиты \_\_\_\_\_

Оценка работы \_\_\_\_\_

Подписи членов комиссии при защите отчета по практике  
\_\_\_\_\_

201\_\_

ПРИЛОЖЕНИЕ В  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УО «ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.О.СУХОГО»

Факультет заочный  
Кафедра «Электроснабжение»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Добродей А.О.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

«Реконструкция системы электроснабжения троллейбусного депо  
Витебского трамвайно-троллейбусного управления  
в связи с заменой устаревшего электрооборудования»

Специальность 1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)»

Студент-дипломник  
группы ЗЭ – 51с

\_\_\_\_\_ Глушаненко А.В.  
подпись, дата

Руководитель

\_\_\_\_\_ Ус А.Г.  
подпись, дата к.т.н., доцент

Консультанты:

по разделу Экономика  
наименование раздела

\_\_\_\_\_ Рудченко Г.А.  
подпись, дата ст. преподаватель

по разделу Охрана труда  
наименование раздела

\_\_\_\_\_ Широков О.Г.  
подпись, дата к.т.н., доцент

по разделу РЗА  
наименование раздела

\_\_\_\_\_ Добродей А.О.  
подпись, дата к.т.н., доцент

Нормоконтроль

\_\_\_\_\_ Алферова Т.В.  
подпись, дата к.т.н., доцент

Объем проекта:

пояснительная записка - \_\_\_\_ страниц;  
графическая часть - \_\_\_\_ листов;  
магнитные (цифровые) носители - \_ единиц.

Гомель 201\_\_

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Форма № 17

УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

Факультет заочный

Кафедра «Электроснабжение»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

## ЗАДАНИЕ

### ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Студенту Глушаненко Александру Викторовичу, гр. 3Э-51с

1. Тема проекта «Реконструкция системы электроснабжения троллейбусного депо Витебского трамвайно-троллейбусного управления в связи с заменой устаревшего электрооборудования»

(Утверждена приказом по вузу от \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ . 201\_\_ г. № 1053-с

2. Сроки сдачи студентом законченного проекта \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ . 201\_\_ г.

3. Исходные данные к проекту материалы преддипломной практики: генплан предприятия; план троллейбусного депо с размещением технологического оборудования; наименование и установленная мощность электроприемников; схема электроснабжения троллейбусного депо; данные об электропотреблении.

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) Введение. 1 Характеристика предприятия. 1.1 Анализ хозяйственной деятельности предприятия. 1.2 Характеристика и описание технологического процесса, требования к надежности системы электроснабжения. 1.3 Характеристика окружающей среды предприятия, производственных помещений, их классификация по категориям пожаро-взрывоопасности. 2 Анализ существующей системы электроснабжения. 2.1 Внешнее электроснабжение предприятия. 2.2 Внутреннее электроснабжение предприятия. 2.3 Внутрицеховое электроснабжение. 2.4 Выводы. 3 Существующая система электропотребления предприятия и её анализ. 3.1 Основные показатели и динамика электропотребления (за предыдущие 3 года). 3.2 Учёт электроэнергии. 3.3 Графики электрических нагрузок. 3.4. Выводы. 4. Проект реконструкции системы внутрицехового электроснабжения депо. 4.1 Определение установленной мощности электроприемников. 4.2 Разработка схемы электрической сети и расчет электрических нагрузок. 4.3 Расчет и выбор оборудования распределительной сети, пусковых и защитных аппаратов, марок и сечений проводников. 4.4 Выводы. 5. Проект реконструкции системы электрического освещения. 5.1 Светотехнический расчет. 5.2 Электрический расчет осветительной сети. 5.3 Проектирование

системы аварийного освещения. 5.4 Выводы. 6. Проект реконструкции системы внутреннего электроснабжения 10 кВ. 6.1 Определение расчетных нагрузок. 6.2 Выбор трансформаторов цеховой подстанции. 6.3 Компенсация реактивной мощности. 6.4 Расчет и выбор электрооборудования подстанций, выбор кабелей внешних и внутренних электрических сетей. 6.5 Выводы. 7. Релейная защита и автоматика. 8. Мероприятия по энергоэффективности. 9. Организационно-экономическая часть. 10. Охрана труда, техника безопасности и охрана окружающей среды. Заключение. Список используемой литературы.

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и графика)

1. Генплан троллейбусного депо, Лист формата А1;
2. Схема электроснабжения троллейбусного депо, Лист формата А1;
3. Схема внутрицехового электроснабжения троллейбусного депо, Лист формата А1;
4. Электрическое освещение троллейбусного депо, Лист формата А1;
5. Мероприятия по энергоэффективности, Лист формата А1;
6. Релейная защита и автоматика, Лист формата А1;
7. Техничко-экономические показатели проекта, Лист формата А1.

6. Консультанты по проекту (с указанием относящихся к ним разделов проекта):

1. Основная техническая часть – к.т.н., доцент Ус А.Г.
2. Релейная защита и автоматика – зав. кафедрой, к.т.н. Добродей А.О.
3. Организационно-экономическая часть – преподаватель Рудченко Г.А.
4. Охрана труда и техника безопасности – к.т.н., доцент Широков О.Г.

7. Дата выдачи задания " \_ " \_ 201\_\_ г.

8. Календарный график работы над проектом на весь период проектирования (с указанием сроков выполнения и трудоемкости отдельных этапов) \_\_\_\_\_

1. 28.10 – 02.11.201\_\_ г. – Раздел 1.
2. 03.11 – 08.11. 201\_\_ г. – Раздел 2 + Лист 1, задание по экономической части.
3. 09.11 – 15.11. 201\_\_ г. – Раздел 3 + Лист 2, задание по охране труда.
4. 16.11 – 22.11.201\_\_ г. – Раздел 4 + Лист 3.
5. 25.11 – 01.12.201\_\_ г. – Раздел 5 + Лист 4.
6. 02.12 – 08.12.201\_\_ г. – Раздел 6 + Лист 5.
7. 09.12 – 15.12.201\_\_ г. – Раздел 7 + Лист 6.
8. 16.12 – 23.12.201\_\_ г. – Раздел 8, раздел 9 + Лист 7.
9. 24.12 – 27.12.201\_\_ г. – Раздел 10, заключение.

Руководитель \_\_\_\_\_

Подпись

Задание принял к исполнению (дата) « \_\_ » \_\_\_\_ 201\_\_ г.

Подпись студента \_\_\_\_\_

**Примечание:** Это задание прилагается к законченному проекту и вместе с проектом представляется при сдаче проекта

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д РЕФЕРАТ

Дипломный проект 98 с., 12 рис., 9 табл., 18 источников.

Тема проекта: Реконструкция электрической части подстанции 35/10кВ "Страковичи" с целью повышения надежности электроснабжения потребителей»

ТЕХНОЛОГИЯ СВАРОЧНЫХ РАБОТ, СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ, РЕКОНСТРУКЦИЯ СИЛОВОЙ СЕТИ, ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ, РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ.

Объектом реконструкции является система электроснабжения РУП «Гомельский завод «Гидропривод».

Целью дипломного проекта является повышение эффективности системы электроснабжения и электропотребления РУП «Гомельский завод «Гидропривод» в связи с внедрением нового энергосберегающего оборудования.

В дипломном проекте выполнена реконструкция системы электроснабжения предприятия. Произведен расчет нагрузок и выбор коммутационной и защитной аппаратуры, выполнен расчет рабочего и аварийного освещения. Произведен выбор силового оборудования на стороне 10 кВ. Выполнен расчет токов короткого замыкания, определены уставки микропроцессорного блока релейной защиты.

Рассмотрены энергосберегающие мероприятия: внедрение инверторных источников питания сварочной дуги; автоматизация управления наружным освещением территории предприятия.

Отражены вопросы охраны труда, техники безопасности и охраны окружающей среды.

Составлена смета затрат на реконструкцию системы электроснабжения предприятия, дана оценка экономической эффективности энергосберегающих мероприятий и определены технико-экономические показатели проекта.

					<i>ДП 1-43 01 03 01-17</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Листы</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Лам</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Сидоров А.А.</i>			<i>Реферат</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Иванейчик А.В.</i>					<i>1</i>	<i>1</i>
<i>Консул.</i>		<i>Иванейчик А.В.</i>				<i>ГГТУ им. П.О.Сухого кафедра</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Алферова Т.В.</i>						
<i>Зав. каф.</i>		<i>Добродей А.О.</i>						

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж  
**ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ,  
СИМВОЛОВ, ЕДИНИЦ И ТЕРМИНОВ**

- АБК** – административно-бытовой корпус;  
**АСКУЭ** – автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии;  
**ВРУ** – вводно-распределительное устройство;  
**ГЩО** – главный щит освещения;  
**КВЭ** – кассетный выкатной элемент;  
**КЗ** – короткое замыкание;  
**КЛ** – кабельная линия;  
**КС** – контактная сеть;  
**КРУ** – комплектное распределительное устройство;  
**КС** – контактная сеть;  
**КСС** – кривая силы света;  
**МТЗ** – максимальная токовая защита;  
**ПРА** – пуско-регулирующая аппаратура;  
**РП** – распределительная подстанция 10 кВ;  
**РУ** – распределительное устройство;  
**РУШНН** – распределительное устройство шины низкого напряжения;  
**ТП** – трансформаторная подстанция;  
**ТСН** – трансформатор собственных нужд;  
**ТНПА** – технический нормативно-правовой акт;  
**ЦРП** – центральный распределительный пункт 0,4 кВ;  
**ЦТП** – цеховая трансформаторная подстанция;  
**ШР** – шкаф распределительный 0,4 кВ;  
**ЩО** – щиток освещения;  
**ЭП** – электроприемник.

					<b>ДП 1-43 01 03 01-17</b>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
Разраб.		Глушаненко			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Руковод.		Ус. А.Г.				1	1
Консульт.		Ус. А.Г.			ГГТУ им. П.О. Сухого кафедра «Электроснабжение»		
Н. контр.		Алфферова Т.В.					
Зав.каф.		Добродей А.О.					
					Условные сокращения в дипломном проекте		

ПРИЛОЖЕНИЕ И  
СОДЕРЖАНИЕ

стр.

<b>Введение</b> .....	.....
<b>1 Характеристика предприятия</b> .....	.....
1.1 Характеристика хозяйственной деятельности предприятия.....	.....
1.2 Характеристика и описание технологического процесса, требования к надежности системы электроснабжения.....	.....
1.3 Характеристика окружающей среды предприятия, производственных помещений, их классификация по категориям пожаро- взрывоопасности.....	.....
<b>2 Анализ существующей системы электроснабжения</b> .....	.....
2.1 Внешнее электроснабжение предприятия.....	.....
2.2 Внутреннее электроснабжение предприятия 10 кВ.....	.....
2.3 Внутрицеховое электроснабжение троллейбусного депо.....	.....
2.4 Выводы по разделу.....	.....
<b>3 Существующая система электропотребления предприятия и её анализ</b> .....	.....
3.1 Основные показатели и динамика электропотребления предприятия за предыдущие 3 года.....	.....
3.2 Учет электроэнергии.....	.....
3.3 Графики электрических нагрузок.....	.....
3.4 Выводы по разделу.....	.....
<b>4 Реконструкция внутрицеховой системы электроснабжения</b> .....	.....
4.1 Определение установленной мощности электроприемников.....	.....
4.2 Разработка схемы электрической сети и расчет электрических нагрузок.....	.....
4.3 Расчет и выбор оборудования распределительной сети, пусковых и защитных аппаратов, марок и сечений проводников.....	.....
4.4 Выводы.....	.....
<b>5 Реконструкция системы электрического освещения троллейбусного депо</b> .....	.....
5.1 Светотехнический расчет.....	.....
5.2 Электрический расчет осветительной сети.....	.....
5.3 Расчет аварийного освещения.....	.....
5.4 Выводы по разделу.....	.....

ДП 1-43 01 03 01-17

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Глушаненко			Содержание	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Ус. А.Г.					1	2
Консульт.		Ус. А.Г.				ГГТУ им. П.О. Сухого кафедра «Электроснабжение»		
Н. контр.		Алферова Т.В.						
Зав.каф.		Добродей А.О.						

**6 Проект реконструкции системы внутреннего электроснабжения 10 кВ** .....

6.1 Определение расчетных нагрузок .....

6.2 Выбор трансформаторов цеховой подстанции .....

6.3 Компенсация реактивной мощности .....

6.4 Расчет и выбор электрооборудования подстанций, выбор кабелей внешней и внутренней электрических сетей .....

6.5 Выводы по разделу .....

**7 Релейная защита и автоматика** .....

7.1 Выбор типов защит и их аппаратное обеспечение .....

7.2 Расчет уставок защит от шин потребителя до ввода .....

7.3 Построение карты селективности.....

**8 Мероприятия по энергоэффективности**.....

8.1 Замена светильников с лампами ДРЛ на светодиодные источники света .....

8.2 Замена старого сварочного оборудования .....

8.3 Модернизация сушильной камеры .....

8.4 Оптимизация режима работы трансформаторов ТП-9 .....

8.5 Компенсация реактивной мощности в сети 0,4 кВ .....

8.6 Выводы по разделу .....

**9 Организационно-экономическая часть**.....

9.1 Определение величины капиталовложений в реконструкцию системы электроснабжения троллейбусного депо .....

9.2 Оценка экономической эффективности энергосберегающих мероприятий .....

**10 Охрана труда, техника безопасности и охрана окружающей среды** .....

10.1 Организация охраны труда в Витебском трамвайно-троллейбусном управлении .....

10.2 Техника безопасности при ремонте и испытании кабельных линий.....

10.3 Коллективные и индивидуальные средства защиты в электроустановках.....

**Заключение**.....

**Список использованных источников**.....

**Приложения**

ПРИЛОЖЕНИЕ К  
3 РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ  
ПО «КРИСТАЛЛ»

### 3.1 Определение расчетных нагрузок цеха №30

Выполним расчет электрических нагрузок электрической сети цеха №30, предусмотрев в цеховой сети пятый защитный проводник в соответствии с [2].

Перечень оборудования цеха №30 с установленными мощностями представлен в таблице 3.1.

Одним из основных универсальных методов определения расчётных электрических нагрузок является метод упорядоченных диаграмм.

Согласно методу упорядоченных диаграмм, расчётная нагрузка для группы электроприёмников определяется по формуле:

$$P_p = K_p \cdot K_u \cdot P_{ном}, \quad (3.1)$$

где  $P_{ном}$  - групповая номинальная мощность, определяемая как сумма номинальных мощностей, приведённых к длительному режиму работы;

$K_u$  - групповой коэффициент использования по активной мощности, определяемый по индивидуальным справочным коэффициентам использования для отдельных электроприёмников ( $K_{ui}$ ) по формуле:

$$K_u = \frac{\sum K_{ui} \cdot P_{номi}}{\sum P_{номi}}, \quad (3.2)$$

$K_p$  – расчётный коэффициент по активной мощности, определяемый по справочным таблицам или специальным кривым, в зависимости от эффективного числа приёмников электроэнергии ( $N_e$ ) и группового коэффициента использования по активной мощности.

Эффективным числом электроприёмников называется такое число электроприёмников одинаковой мощности, которое обуславливают ту же величину расчётной нагрузки, что и группа электроприёмников, различных

ДП 1-43 01 03 01-17				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Сидоров А.А.		
Руковод.		Иванейчик А.В.		
Консул.		Иванейчик А.В.		
Н. Контр.		Алферова Т.В.		
Зав. каф.		Лобтодей А.О.		
Реконструкция системы электрообеспечения ПО «Кристалл»				
		Лит.	Лист	Листов
			1	4
ГГТУ им. П.О.Сухого кафедра				

мощности и режиму работы. Эффективное число электроприёмников есть отношение квадрата суммы мощностей электроприёмников к сумме их квадратов:

$$N_э = \frac{(\sum P_{ном})^2}{\sum P_{ном}^2} \quad (3.3)$$

Расчётная реактивная нагрузка электроприёмников определяется по формуле:

$$Q_p = K_{mp} \cdot \sum K_u \cdot P_{ном} \cdot tg \varphi, \quad (3.4)$$

где  $K_{mp}$  – расчётный коэффициент по реактивной мощности;

$tg \varphi$  - тангенс, соответствующий коэффициенту мощности, для характерных групп электроприемников.

Таблица 3.1 - Параметры электроприемников

№	Наименование технологического оборудования	Кол-во	$P_{ном}$ , кВт	Тип	$U_n$ , кВ	$\eta_n$ , %	$\cos \varphi$	$I_n$ , А	$K_n$	$K_u$
1	Токарный станок ГС 526	2	11,0	11	4А132М4У3	0,38	0,875	0,87	21,95	8
2	Токарный станок 16К20	2	7,0	7,5	4А315М4У3	0,38	0,875	0,86	15,14	8
3	Плоскошлифовальный станок ЗД711	2	7,0	7,5	4А315М4У3	0,38	0,875	0,86	15,14	8
4	Универсальный станок ЗЕ642	4	7,5	7,5	4А315М4У3	0,38	0,875	0,86	15,14	8
5	Пресс горизонтальный Frich	1	12,0	15	4А160S4У3	0,38	0,885	0,88	29,26	7
6	Пресс холодный CAR2.10.06	1	5,0	5,5	4А112М4У3	0,38	0,855	0,85	11,50	7
7	Пресс горячий CAR2.10.05	1	25,0	30	4А180М4У3	0,38	0,91	0,89	56,28	7
8	Установка ТВ4-25	1	25,0	30	4А180М4У3	0,38	0,91	0,89	56,28	7
9	Установка ТВ4-10	1	10,0	11	4А132М4У3	0,38	0,875	0,87	21,95	8
10	Станок СИП 800К	1	5,0	5,5	4А112М4У3	0,38	0,855	0,85	11,50	7

Продолжение таблицы 3.1

№	Наименование технологического оборудования	Кол-во	$P_{ном},$ кВт	Тип	$U_{н},$ кВ	$\eta_{н},$ %	$\cos\varphi$	$I_{н},$ А	$K_{п}$	$K_{и}$
11	Станок СИП 300	1	1,1	1,11	4А80А4У3	0,38	0,75	0,81	2,78	5
12	Смеситель	2	1,1	1,11	4А80А4У3	0,38	0,75	0,81	2,78	5
13	Пресс	4	11,0	11	4А132М4У3	0,38	0,875	0,87	21,95	8
14	Станок ДЕ 2430	12	7,5	7,5	4А315М4У3	0,38	0,875	0,86	15,14	8
15	Горизонтально-фрезерный станок	1	11,5	15	4А160S4У3	0,38	0,885	0,88	29,26	7

Расчётная силовая нагрузка определяется по формуле:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}. \quad (3.5)$$

Расчётный ток определяется по формуле:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U}. \quad (3.6)$$

Пиковый ток группы электроприемников:

$$I_n = I_{n.max} + I_p - i_{н.п} \cdot K_{и}, \quad (3.7)$$

где  $I_{н.маx}$  - наибольший пусковой ток электроприемника группы;

$i_{н.п}$  - номинальный ток электроприемника с наибольшим пусковым током;

$K_{и}$  - коэффициент использования электроприемника с наибольшим пусковым током.

В данном цеху известны основные электрические параметры и расположение каждой единицы оборудования, а также известна специализация цеха. При таких исходных данных можно сделать вывод, что



ПРИЛОЖЕНИЕ Л  
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Киреева Э.А., Быстрицкий Г.Ф.**  
Справочник энергетика предприятий, учреждений и организаций / Э.А. Киреева, Г.Ф. Быстрицкий – Изд. Колос, 2010 год – 804стр.
2. **Электроснабжение промышленных предприятий: практикум** / А.Г. Ус [и др.] ; М-во образования Респ. Беларусь, Гомельский гос. техн. ун-т им. П.О.Сухого. – Гомель: ГГТУ им. П.О.Сухого, 2015.
3. **Ус А.Г., Бахмутская В.В.**  
Электроснабжение промышленных предприятий: метод. указания к курсовому проектированию системы внутрицехового электроснабжения / А.Г. Ус, В.В. Бахмутская – Гомель: ГГТУ им. П.О.Сухого, 2010. – 65 с.
4. **Ус А.Г., Евминов Л.И.**  
Электроснабжение промышленных предприятий и гражданских зданий: Учебное пособие. – Мн.: НПООО “Пион”, 2002 – 457 с.
5. **Каталог шкафов ПР85, ПР88** [Электронный ресурс].  
URL: <http://legir.by/assets/template/images/pdf/pr85-pr88.pdf>
6. **ТКП 45-2.04-153-2010. Естественное и искусственное освещение.**
7. **ГОСТ 21.210-2014. Условные графические обозначения электрооборудования и проводок на планах.**
8. **Козловская В.Б.**  
Электрическое освещение: справочник / В.Б. Козловская, В.Н.Радкевич –2-е изд. –Минск: Техно-перспектива, 2008.
9. **ТКП-427. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок.**
10. **ТКП-181. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.**
11. **Загайнов Н.А., Финкельштейн Б.С., Кривов Л.Л.**  
Тяговые подстанции трамвая и троллейбуса: Учебник для техникумов/ Под ред. Загайнова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1988. – 327 с.

					<b>ДП 1-43 01 03 01-17</b>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.		Глушаненко			<b>Список использованных источников</b>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Руковод.		Ус. А.Г.					1	2
Консульт.		Широков О.Г.				<b>ГГТУ им. П.О. Сухого кафедра «Электроснабжение»</b>		
Н. контр.		Алферова Т.В.						
Зав.каф.		Добродей А.О.						



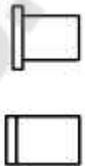
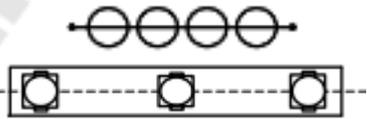
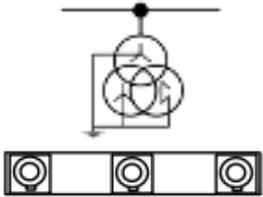
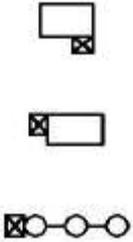
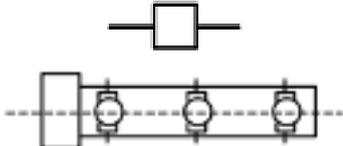
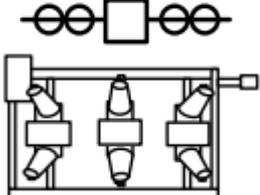
ПРИЛОЖЕНИЕ М

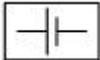
**Учебный график дипломного проектирования студентов  
ЗАОЧНОГО Ф-ТА  
2016/2017 учебный год**

<b>ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА</b>	
<b>19.09 – 15.10.</b>	- посещение базы практики, сбор материалов
<b>05.10 – 12.10.</b>	- закрепление темы ДП
<b>13.10 – 15.10.</b>	- защита отчета по практике и инд. заданию
<b>ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН</b>	
<b>17.10 – 20.10.</b>	- обзорные лекции;
<b>25.10 – 27.10.</b>	- государственный экзамен;
<b>ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ</b>	
<b>31.10 – 05.11.</b>	- утверждение задания на ДП зав. кафедрой;
<b>28.10 – 02.10.</b>	раздел 1;
<b>03.10 – 08.11.</b>	раздел 2 + лист №1, задание по эк-кой части;
<b>09.11 – 15.11.</b>	раздел 3 + лист №2, задание по ОТ;
<b>16.11 – 22.11.</b>	раздел 4 + лист №3;
	<b>1-Я АТТЕСТАЦИЯ ДП:</b>
<b>23.11 – 24.11.</b>	- - руководителем проекта
<b>25.11 – 01.12.</b>	раздел 5 + лист №4;
<b>02.12 – 08.12.</b>	раздел 6 + лист №5;
<b>09.12 – 15.12.</b>	раздел 7 + лист №6;
<b>16.12 – 23.12.</b>	раздел 8 + лист №7;
<b>24.12 – 27.12.</b>	Заключение
<b>27.12 – 28.12.</b>	Отзыв руководителя, подготовка доклада
	<b>2-Я АТТЕСТАЦИЯ ДП:</b>
<b>29.12.</b>	- руководителем проекта
<b>30.12.</b>	- в рабочих комиссиях
<b>03.01 – 04.01.</b>	<b>ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ЗАЩИТА ДП;</b>
<b>05.01 – 10.01.</b>	- устранение замечаний, нормоконтроль;
<b>11.01 – 14.01.</b>	- рецензирование дипломных проектов;
<b>16.01 – 18.01.</b>	- допуск зав. кафедрой к защите;
<b>19.01 – 21.01.</b>	<b>ЗАЩИТА ДП В ГЭК</b>

ПРИЛОЖЕНИЕ П

**Условные графические изображения электрооборудования открытых распределительных устройств**

Наименование	Изображение
<p>1 Силовой трансформатор:</p> <p>а) масляный с расширительным баком</p> <p>б) масляный без расширительного бака</p>	
<p>2 Трансформатор тока 110 кВ</p>	
<p>3 Трансформатор напряжения 110 кВ</p>	
<p>4 Масляный выключатель:</p> <p>а) напряжением 6-10 кВ</p> <p>б) 35 кВ</p> <p>в) 110-220 кВ</p>	
<p>5 Колонковый выключатель 110 кВ</p>	
<p>6 Баковый выключатель 110 кВ</p>	

7 Разъединитель, отделитель напряжением 35, 110, 220 кВ	
8 Короткозамыкатель, заземлитель напряжением 35, 110, 220 кВ	
9 Бетонный реактор	
<b>Условные графические изображения электротехнических устройств и электроприемников</b>	
Наименование	Изображение
1 Электротехническое устройство. Общее изображение	
2 Электротехническое устройство. в том числе с электродвигателем	
3 Устройство с многодвигательным электроприводом	
4 Комплектное трансформаторное устройство с одним трансформатором <i>Примечание - Допускается трансформатор малой мощности изображать без прямоугольного контура.</i>	
5 Комплектное трансформаторное устройство с несколькими трансформаторами	
6 Комплектная конденсаторная установка	
7 Комплектная преобразовательная установка	
8 Аккумуляторная батарея	

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ П

Условные графические изображения линий проводок и токопроводов		
Наименование	Изображение	Размер, мм
1 Линия проводки: а) общее изображение б) линия проводки с указанием сведений (о роде тока, напряжении, материале, способе прокладки, отметке и т.п.) в) линия проводки с указанием количества проводников <i>Примечание</i> - Количество проводников указывают засечками, при необходимости, цифрами, если количество засечек более трех.		Толщина 1,0
1.1 Линия цепей управления		
1.2 Линия сети аварийного эвакуационного и охранного освещения		
1.3 Линия напряжения 36 В и ниже		
1.4 Линия заземления и зануления		
1.5 Заземлители		
2 Прокладка проводов и кабелей		
2.1 Открытая прокладка одного проводника		Толщина 1,0 
2.2 Открытая прокладка нескольких проводников		
2.3 Открытая прокладка одного проводника под перекрытием		
2.4 Открытая прокладка нескольких проводников под перекрытием		
2.5 Прокладка на тресе и его концевое крепление		
2.6 Проводка в лотке		
2.7 Проводка в коробе		
2.8 Проводка под плинтусом		
2.9 Конец проводки кабеля		
4 Проводка в трубах		
4.1 Общее изображение		Толщина

4.2 Проводка в трубе, прокладываемой открыто		1,0
4.3 Проводка в трубах, прокладываемых открыто		
4.8 Проводка в трубе, прокладываемой скрыто (в бетоне, в грунте и т.п.), с указанием отметки заложения		
4.9 Проводка в трубах, прокладываемых скрыто		Толщина 1,0
4.12 Проводка в трубе, прокладываемой от отметки трассы вниз		
4.13 Конец проводки в трубе		
4.17 Проводка гибкая в металлорукаве, гибком вводе		
<b>5 Прокладка шин и шинопроводов:</b>		
5.1 Общее изображение		Толщина 2,0
5.2 Шина, проложенная на изоляторах		
5.3 Пакет шин, проложенных на изоляторах		Толщина 1,0
5.4 Шины или шинопровод на стойках		
5.5 Шины или шинопровод на подвесах		
5.6 Шины или шинопровод на кронштейнах		
5.7 Тrolleyная линия		
5.8 Секционирование троллейной линии		
<i>Примечание</i> - Изображение места крепления шинопровода по 5.2-5.6 должно соответствовать его проектному положению.		

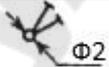
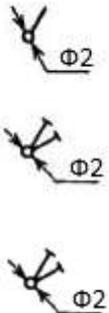
ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ П

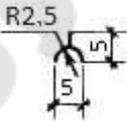
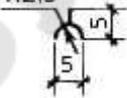
Условные графические изображения коробок, щитков, ящика с аппаратурой, ящика управления, шкафов, щитов, пультов, понижающего трансформатора малой мощности

Наименование	Изображение	Размер, мм
1 Ответвительная коробка		
2 Вводная коробка		
3 Протяжная коробка, протяжной ящик		
4 Коробка, ящик с зажимами		
5 Распределительный Шшкаф		
6 Групповой щиток рабочего освещения		
7 Групповой щиток аварийного освещения		
8 Ящик с аппаратурой		
9 Ящик управления		
10 Шкаф, панель, пульт, щиток одностороннего обслуживания, пост местного управления		П.4.4
11 Шкаф, панель двустороннего обслуживания		
12 Шкаф, щит, пульт из нескольких панелей одностороннего обслуживания <i>Примечание</i> - Изображен щит, состоящий из четырех шкафов.		
13 Шкаф, щит, пульт из нескольких панелей двустороннего обслуживания <i>Примечание</i> - Изображен щит, состоящий из пяти шкафов.		

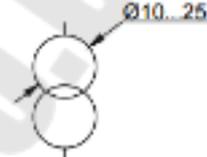
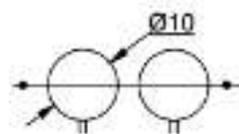
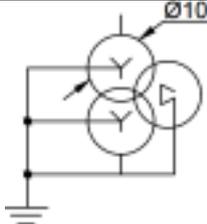
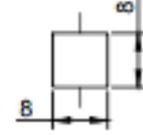
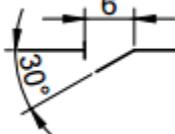
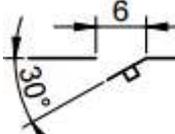
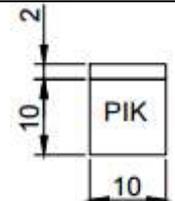
ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ П

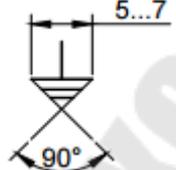
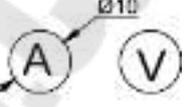
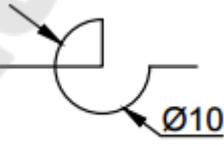
Условные графические изображения выключателей, переключателей и штепсельных розеток

Наименование	Изображение	Размер, мм
1 Выключатель. Общее изображение		
2 Выключатель для открытой установки со степенью защиты от IP20 до IP23: а) однополюсный б) однополюсный сдвоенный в) строенный г) двухполюсный д) трехполюсный		
3 Выключатель для скрытой установки со степенью защиты от IP20 до IP23: а) однополюсный б) однополюсный сдвоенный в) однополюсный строенный г) двухполюсный		
5 Переключатель на два направления без нулевого положения со степенью защиты от IP20 до IP23: а) однополюсный б) двухполюсный в) трехполюсный		
6 Переключатель на два направления без нулевого положения со степенью защиты не ниже IP44: а) однополюсный б) двухполюсный		

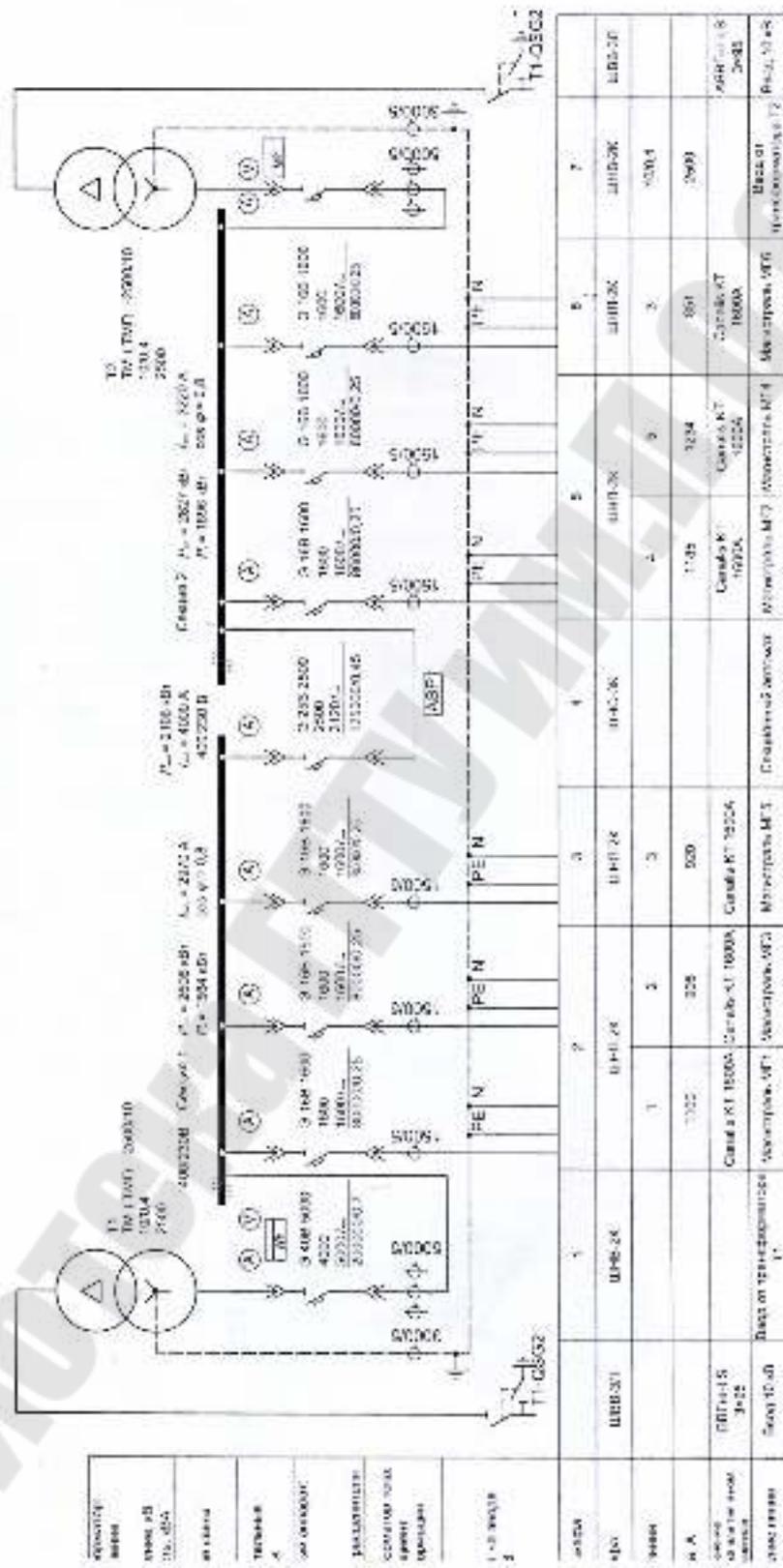
в) трехполюсный		
7 Штепсельная розетка. Общее изображение		
8 Штепсельные розетки открытой установки со степенью защиты от IP20 по IP23: а) двухполюсная  б) двухполюсная сдвоенная	  	

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ П  
**Условные графические изображения электрооборудования  
 выше 1000 В.**

Наименование	Изображение
1 Силовой двухобмоточный трансформатор	
2 Измерительный трансформатор тока с двумя вторичными обмотками	
3 Измерительный трансформатор напряжения	
4 Выключатель высокого напряжения	
5 Разъединитель	
6 Выключатель нагрузки	
7 Автоматический выключатель	
8 Счётчик электроэнергии	

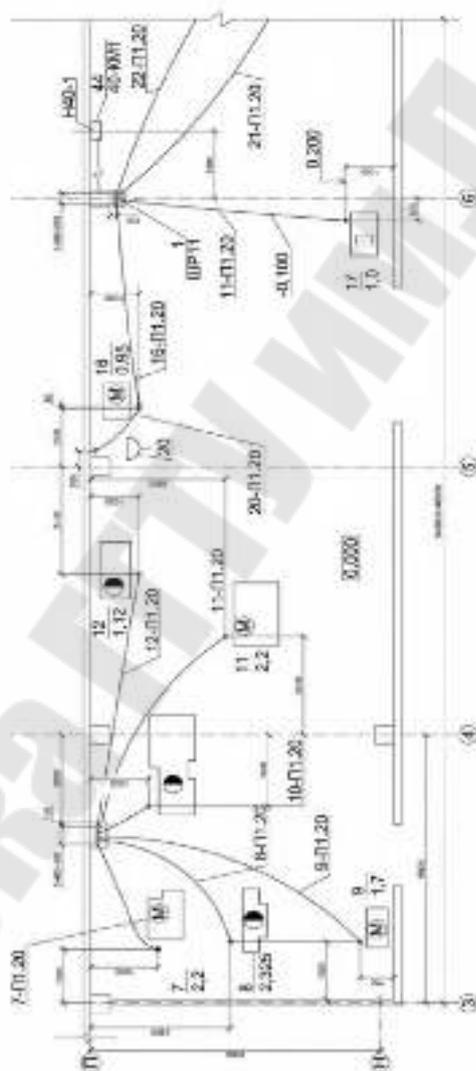
9 Заземление	
10 Кабельная воронка	
11 Амперметр, вольтметр	
12 Реактор	

Примеры оформления принципиальных схем



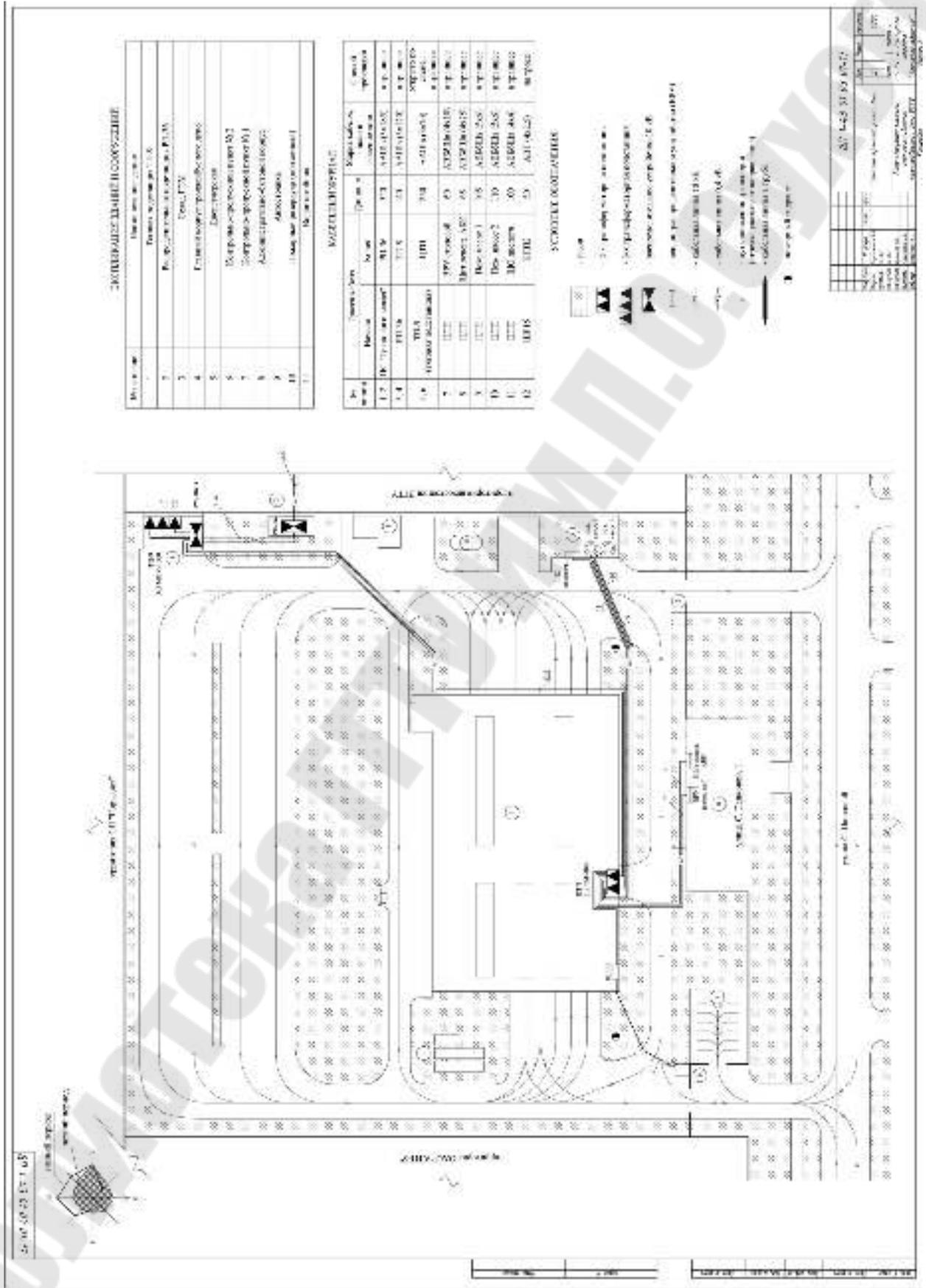


## Примеры оформления планов расположения электрооборудования и прокладки электрических сетей



Примечание — Турбы проложены на ст. -0,100 и концы их вывели на 200 мм над уровнем чистого пола.

Рисунок 5.1 — Пример оформления плана расположения электрооборудования



СВОДНО-ТАБЛИЧНОЕ КОМПЛЕКТОВАНИЕ

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
2	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
3	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
4	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
5	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
6	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
7	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
8	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
9	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
10	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
11	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000

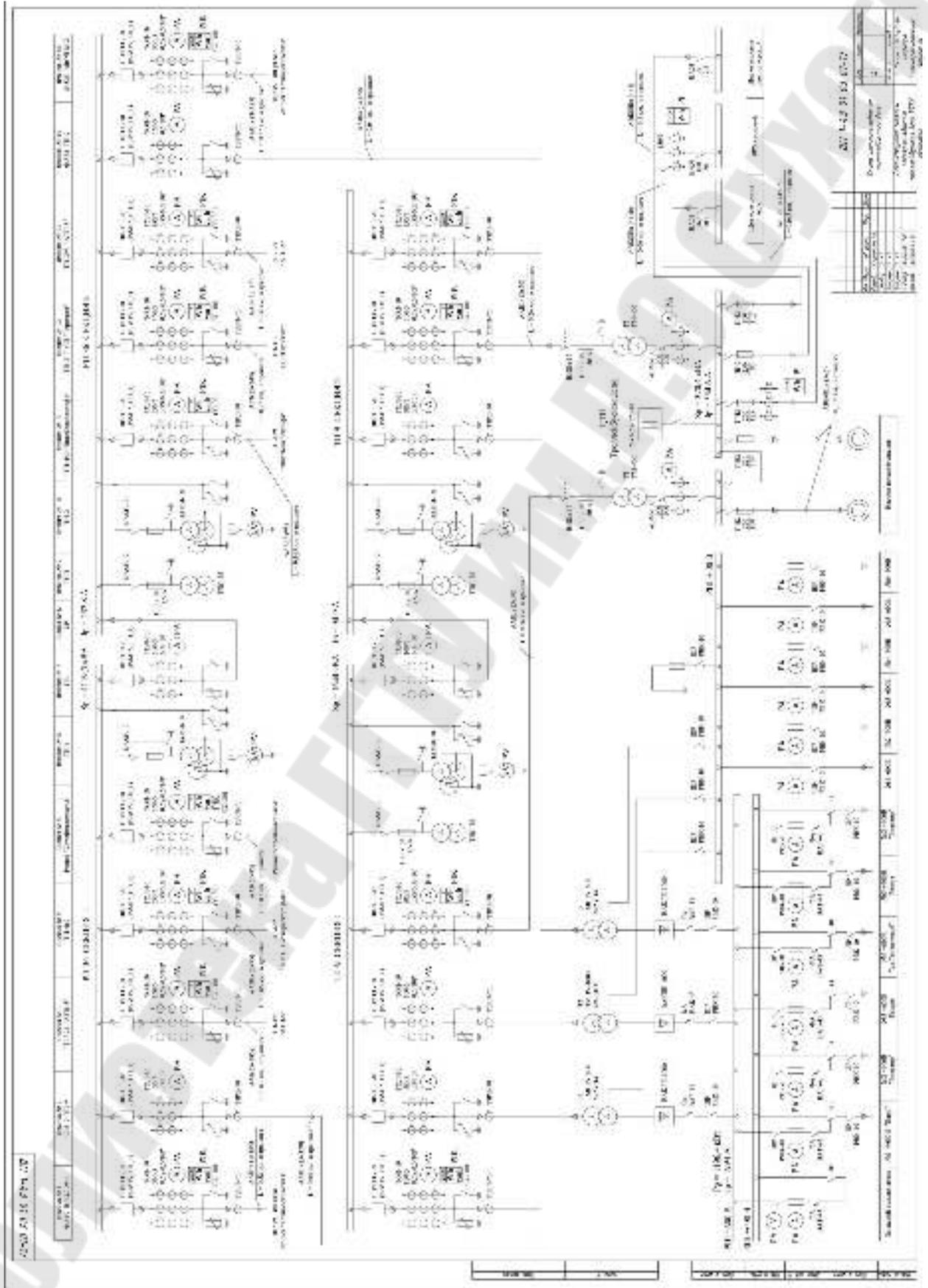
КОМПЛЕКТОВАНИЕ

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
2	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
3	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
4	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
5	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
6	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
7	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
8	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
9	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
10	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
11	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
12	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000

СВОДНО-ТАБЛИЧНОЕ КОМПЛЕКТОВАНИЕ

- 1. Работы по монтажу
- 2. Работы по монтажу
- 3. Работы по монтажу
- 4. Работы по монтажу
- 5. Работы по монтажу
- 6. Работы по монтажу
- 7. Работы по монтажу
- 8. Работы по монтажу
- 9. Работы по монтажу
- 10. Работы по монтажу
- 11. Работы по монтажу
- 12. Работы по монтажу

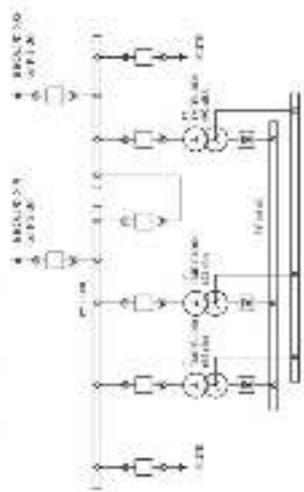
№ п/п	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
2	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
3	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
4	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
5	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
6	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
7	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
8	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
9	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
10	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
11	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000
12	Работы по монтажу	м <sup>2</sup>	1000





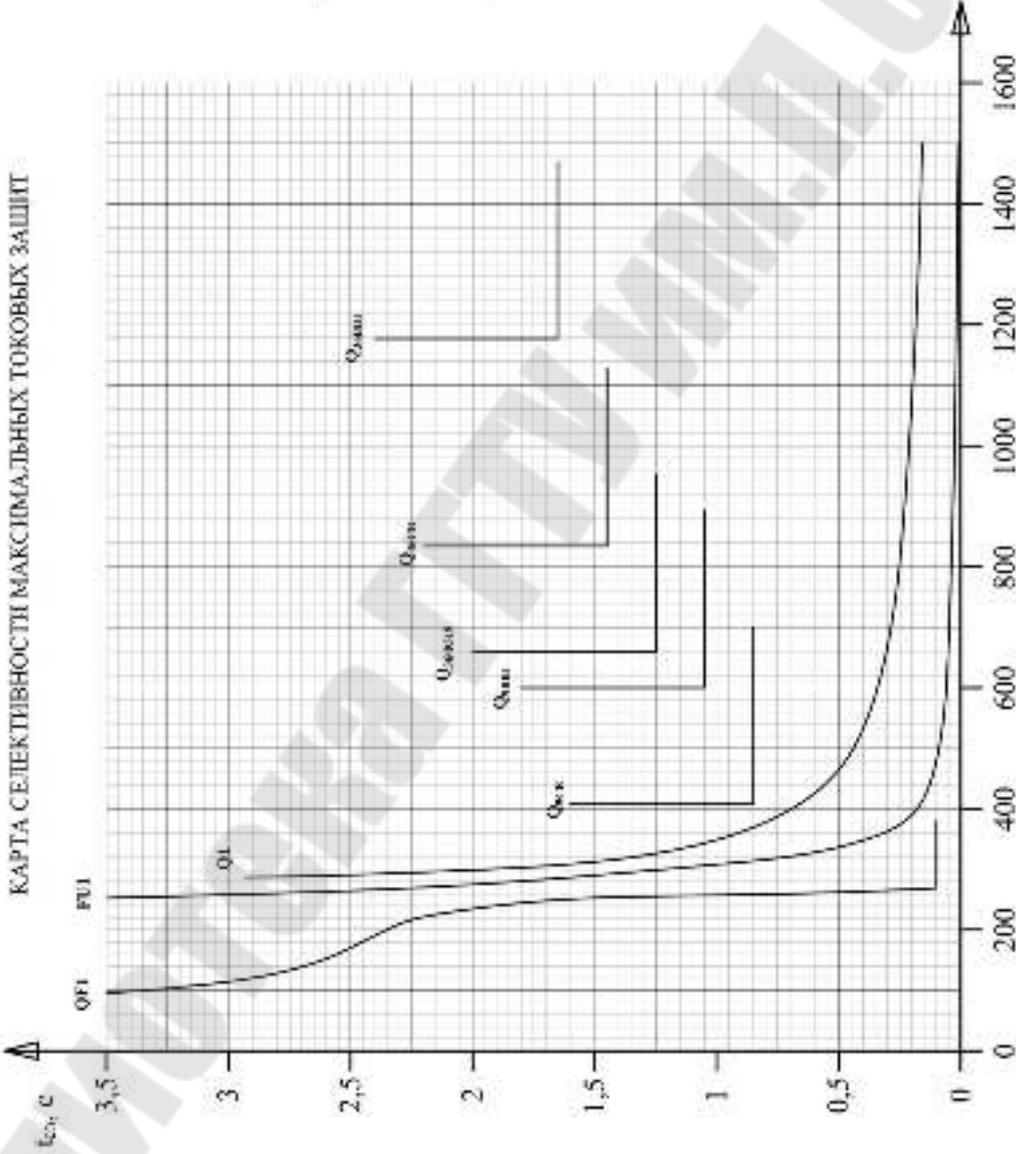


## МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

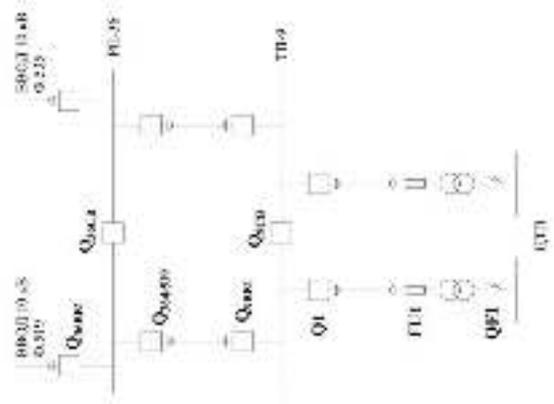
<p>Замена светодиодных ламп на лампы ДРЛ на светодиодные источники света</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Тип источника света</th> <th>ДРЛ-250</th> <th>ДСП-LED-124</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Мощность, Вт</td> <td>250</td> <td>130</td> </tr> <tr> <td>Коэффициент полезного действия, %</td> <td>0,5</td> <td>0,97</td> </tr> <tr> <td>Средний срок службы, ч</td> <td>2500</td> <td>10000</td> </tr> <tr> <td>Удельная мощность, кВт/Вт</td> <td>50</td> <td>93,5</td> </tr> <tr> <td>Средний срок службы, ч</td> <td>10 тыс.</td> <td>100 тыс.</td> </tr> <tr> <td>Стоимость, руб.</td> <td>3,65</td> <td>109,3</td> </tr> </tbody> </table> <p>Экономия электроэнергии составляет 30 кВт/ч на единицу установленной мощности осветительной установки</p> $\Delta W = T_{\text{пл.осв}} \cdot (N_{\text{дл}} \cdot P_{\text{дл}} - N_{\text{дс}} \cdot P_{\text{дс}})$	Тип источника света	ДРЛ-250	ДСП-LED-124	Мощность, Вт	250	130	Коэффициент полезного действия, %	0,5	0,97	Средний срок службы, ч	2500	10000	Удельная мощность, кВт/Вт	50	93,5	Средний срок службы, ч	10 тыс.	100 тыс.	Стоимость, руб.	3,65	109,3	<p>Замена старого сварочного оборудования</p> <p>Старый трансформатор (P<sub>т</sub> = 15 кВт)</p>  <p>Инвертор Linear Electric Inverter LMI-8X (P<sub>т</sub> = 5,5 кВт)</p>  <p>Предлагается замена 5 старых трансформаторов на сварочные инверторы. При этом экономия электроэнергии будет достигнута за счет снижения удельной мощности нового оборудования.</p> $\Delta W = N_{\text{обор}} \cdot N_{\text{раб.пл}} \cdot T_{\text{пл.св}} \cdot (P_{\text{т}} - P_{\text{т2}})$	<p>Модернизация сушилочной камеры</p> <p>Индукционная плита ПНК-2.0-264522-380 (P<sub>т</sub> = 3 x 2,0 кВт)</p>  <p>На электр. ТЭНах в сушилочной камере, оборудованной мощностью 21 кВт, предлагается установить 3 индукционных плиты сушилочной мощностью 6 кВт.</p> $\Delta W = N_{\text{раб.пл}} \cdot T_{\text{пл.суш}} \cdot (P_{\text{т}} - P_{\text{т2}})$	<p>Оптимизация режима работы трансформатора подстанции ТП-9</p>  <p>Предлагается выключить в ночное время, для не прерывающейся трансформации за счет подстанции. Экономия электроэнергии достигается за счет снижения потребления электроэнергии трансформатором на холостом ходу.</p> $\Delta W_{\text{сх}} = 3 \cdot 8760 \cdot \Delta P_{\text{сх}}$ $\Delta W_{\text{свт}} = 365 \cdot \Delta P_{\text{сх}} \cdot (T_{\text{вкл}} + T_{\text{хол}} + T_{\text{ост}} + T_{\text{свч}})$ $\Delta W = \Delta W_{\text{сх}} - \Delta W_{\text{свт}}$							
Тип источника света	ДРЛ-250	ДСП-LED-124																													
Мощность, Вт	250	130																													
Коэффициент полезного действия, %	0,5	0,97																													
Средний срок службы, ч	2500	10000																													
Удельная мощность, кВт/Вт	50	93,5																													
Средний срок службы, ч	10 тыс.	100 тыс.																													
Стоимость, руб.	3,65	109,3																													
<p>Компensation реактивной мощности в сети 0,4 кВ (на шинах ЦТП)</p> <p>Экономия электроэнергии составляет 30 кВт/ч на единицу установленной мощности к трансформатору и кабельным линиям.</p> <p>Потери в трансформаторе после компенсации:</p> $\Delta W_{\text{т}} = T_{\text{нагл}} \cdot \Delta P_{\text{т}} \cdot \left[ \frac{P_{\text{п}}^2 + (Q_{\text{п}} - Q_{\text{ком}})^2}{S_{\text{шт}}^2} \right]$ <p>Потери в кабельной линии после компенсации:</p> $\Delta W_{\text{кл}} = T_{\text{нагл}} \cdot T_0 \cdot L \cdot \left[ \frac{P_{\text{п}}^2 + (Q_{\text{п}} - Q_{\text{ком}})^2}{U^2} \right]$ <p>Потери в компенсирующей установке:</p> $\Delta W_{\text{лик}} = T_{\text{нагл}} \cdot P_{\text{ул}} \cdot Q_{\text{ком}}$	<p>Ожидаемая экономия электроэнергии от внедрения мероприятий</p> <p>При внедрении всех мероприятий, ожидается экономия до 60 тыс. кВт/ч/год, что составляет около 10% потерь электроэнергии здания.</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>■ потери в трансформаторе после компенсации - 603 кВт/ч/г</li> <li>■ потери по линии - 87 кВт/ч/г</li> <li>■ потери в установках - 32,5 кВт/ч/г</li> <li>■ потери в оборудовании - 10,4 тыс. кВт/ч/г</li> <li>■ модернизация сети - 17,1 тыс. кВт/ч/г</li> <li>■ установка трансформатора - 5,7 тыс. кВт/ч/г</li> <li>■ установка индукционной плиты - 1,3 тыс. кВт/ч/г</li> </ul>																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>№ п/п</th> <th>Наименование мероприятия</th> <th>Экономия, кВт/ч/год</th> <th>Срок окупаемости, лет</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Замена светодиодных ламп на лампы ДРЛ на светодиодные источники света</td> <td>30</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Замена старого сварочного оборудования</td> <td>30</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Модернизация сушилочной камеры</td> <td>30</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Компensation реактивной мощности в сети 0,4 кВ (на шинах ЦТП)</td> <td>30</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Оптимизация режима работы трансформатора подстанции ТП-9</td> <td>30</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td><b>Итого</b></td> <td><b>150</b></td> <td><b>1,2</b></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">ЭКОНОМИКА</p>				№ п/п	Наименование мероприятия	Экономия, кВт/ч/год	Срок окупаемости, лет	1	Замена светодиодных ламп на лампы ДРЛ на светодиодные источники света	30	1,2	2	Замена старого сварочного оборудования	30	1,2	3	Модернизация сушилочной камеры	30	1,2	4	Компensation реактивной мощности в сети 0,4 кВ (на шинах ЦТП)	30	1,2	5	Оптимизация режима работы трансформатора подстанции ТП-9	30	1,2	6	<b>Итого</b>	<b>150</b>	<b>1,2</b>
№ п/п	Наименование мероприятия	Экономия, кВт/ч/год	Срок окупаемости, лет																												
1	Замена светодиодных ламп на лампы ДРЛ на светодиодные источники света	30	1,2																												
2	Замена старого сварочного оборудования	30	1,2																												
3	Модернизация сушилочной камеры	30	1,2																												
4	Компensation реактивной мощности в сети 0,4 кВ (на шинах ЦТП)	30	1,2																												
5	Оптимизация режима работы трансформатора подстанции ТП-9	30	1,2																												
6	<b>Итого</b>	<b>150</b>	<b>1,2</b>																												

21.10.10.02.1.02

КАРТА СЕЛЕКТИВНОСТИ МАКСИМАЛЬНЫХ ТОКОВЫХ ЗАЩИТ



ОДНОЛИНЕЙНАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ



Примечание:  
 Значения селективности в таблице QF1  
 приведены с учетом коэффициента  
 трансформации ТН-9.

Лист А

Лист 1 из 01.02.01.02	
Исполнитель:	Инженер
Проверенный:	Инженер
Утвержденный:	Инженер
Дата:	2010.10.21
Масштаб:	1:1
Содержание:	Карта селективности
Исполнитель:	Инженер
Проверенный:	Инженер
Утвержденный:	Инженер
Дата:	2010.10.21

2-30-05.14.04-1.107

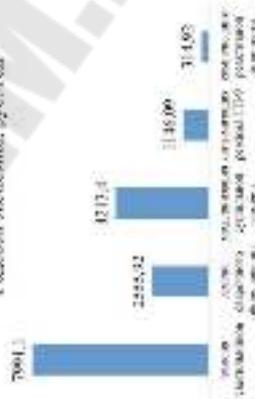
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА

Показатель	Условие обозначения	Единица измерения	Реконструкция систем электроснабжения	Мероприятия			Оптимизация режима ТП-4	Компенсация реактивной мощности
				Замна старых светильников	Замна сварочного оборудования	Модернизация сушьальной камеры		
1. Капиталовложения	к	руб.	537392,08	29868,45	11697	2585,52	-	1666,36
2. Ожидаемый эффект ОТМ:								
- годовая экономия электроэнергии:	ΔW <sub>г</sub>	кВт·ч/год	-	32500	10395	17136	5694	1280,8
- годовая экономия ТЭР:	ΔW <sub>т</sub>	т.т.т./год	-	9,1	2,91	4,8	1,6	0,36
- годовая экономия текущих затрат:	Э <sub>те</sub>	руб./год	-	7991,1	2555,92	4213,4	1146,09	314,92
3. Срок окупаемости:	T <sub>о</sub>	лет	-	3,7	4,6	0,6	-	5,3

Капиталовложения, руб.



Годовая экономия, руб./год



Срок окупаемости, лет



№ п/п	Наименование	Единица измерения	Значение
1	Замна старых светильников	шт.	10395
2	Модернизация сушьальной камеры	шт.	1
3	Оптимизация режима ТП-4	шт.	1

# **ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

**Учебно-методическое пособие  
для студентов специальности  
1-43 01 03 «Электроснабжение (по отраслям)»  
специализации 1-43 01 03 01 «Электроснабжение  
промышленных предприятий»  
дневной и заочной форм обучения**

**Составители: Ус Анатолий Георгиевич  
Алфёрова Тамара Викторовна  
Жуковец Светлана Григорьевна**

Подписано к размещению в электронную библиотеку  
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного  
учебно-методического документа 02.11.18.

Рег. № 67Е.

<http://www.gstu.by>