

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»

**РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА  
ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ  
ПИТАНИЯ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ И ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ»**

Выпускная квалификационная работа бакалавра  
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Идентификационный код ВКР: 162

Екатеринбург 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»

Институт инженерно-педагогического образования

Кафедра электрооборудования и энергоснабжения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Заведующая кафедрой ЭС

\_\_\_\_\_ А.О. Прокубовская

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА  
ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ  
ПИТАНИЯ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ И ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ»**

Выпускная квалификационная работа бакалавра  
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиля подготовки «Энергетика»  
специализации «Энергохозяйство предприятий, организаций, учреждений и  
энергосберегающие технологии»

Идентификационный код ВКР: 162

Исполнитель:

студентка группы ЭС-401 \_\_\_\_\_ М.В. Карлова

Руководитель:

ст. преподаватель кафедры ЭС \_\_\_\_\_ И.М. Морозова

Нормоконтролер:

ст. преподаватель кафедры ЭС \_\_\_\_\_ Т.В. Лискова

Екатеринбург 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АНАЛИЗ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ».....	10
1.1 Анализ учебно-методической документации дисциплины.....	10
1.2 Анализ учебных пособий и учебников по дисциплине .....	13
1.3 Анализ справочной литературы .....	23
2 ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ».....	27
2.1 Структура учебно-методического комплекса дисциплины «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и промышленных предприятий» .....	27
2.2 Разделы «Цели освоения дисциплины» и «Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего образования» учебно-методического комплекса .....	29
2.3 Раздел «Компетенции студента, формируемые в результате освоения дисциплины».....	31
2.4 Раздел «Структура дисциплины» учебно-методического комплекса дисциплины.....	32
2.5 Раздел «Образовательные технологии».....	36
2.6 Учебно-методическое обеспечение для подготовки к практическим занятиям .....	37
2.7 Описание лабораторного практикума.....	44
2.8 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов .....	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	56

## ВВЕДЕНИЕ

Образование в настоящее время изменяется и развивается очень быстро. Поэтому развивающемуся обществу нужны квалифицированные, компетентные, образованные специалисты. Возникает потребность в педагоге, который сможет создать необходимые, более важные условия для подготовки выпускника. Выпускник должен удовлетворять потребностям и требованиям современного общества. Поэтому педагог должен обладать умениями научно-методической и научно-исследовательской работы, которые обеспечат создание качественного учебно-методического обеспечения. Таким образом, выпуск актуальных учебно-методических комплексов (далее УМК) по дисциплинам, междисциплинарным курсам и профессиональным модулям является очень важной задачей и имеет высокую степень актуальности.

Разработка и применение учебно-методического комплекса в учебном процессе позволяет повысить эффективность обучения студентов. Это позволяет внедрить прогрессивные формы, методы и средства обучения. Так же можно оптимизировать учебный процесс на основе системного, комплексного и целостного подхода к каждому компоненту учебного процесса, к любой взаимосвязи преподавателя и студента.

При помощи УМК становится реальным прогнозирование уровней обучения на всех этапах изучения дисциплины, модуля, курса. Пошаговое изучение учебно-методического комплекса по темам может и должна изменять в соответствии с условиями преподавания (количеством учебных часов, возрастом обучающихся, наличием средств обучения, количеством часов, отведенных на самостоятельную работу студента и т.д.).

Учебно-методический комплекс дисциплины, модуля, курса является частью основной образовательной программы (далее ООП) специальности. УМК является обязательной частью документационного обеспечения образовательного процесса.

Создание УМК направлено на выполнение требований Федерального государственного образовательного стандарта (далее ФГОС) к подготовке обучающихся по направлениям. Учебно-методический комплекс предназначен для:

- планирования и оценки работы профессиональной образовательной организации по совершенствованию методического обеспечения учебного процесса;
- организации деятельности студентов по самостоятельному изучению дисциплины, модуля, курса;
- оказания методической помощи преподавателям при подготовке и проведении учебных занятий по дисциплине, модулю, курсу.

Курс «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и промышленных предприятий» основывается на знаниях, которые студенты получили при изучении физики, общей электротехники, электропривода. Данная дисциплина дает дополнительные знания студентам в электротехнической области. Изучение дисциплины дает знания о процессах преобразования энергии в электрооборудовании источников. Так же эта дисциплина позволяет определить параметры и характеристики электрооборудования различных установок и комплексов. Изучение дисциплины позволит расширить знания, умения и навыки студентов, которые в дальнейшем необходимы для благополучной работы в области проектирования, эксплуатации, ремонта, управления и обслуживания электрооборудования.

Таким образом, была определена тема выпускной квалификационной работы: «Разработка учебно-методического обеспечения дисциплины «Электрооборудование источников энергии, электрических сетей и промышленных предприятий»».

Актуальность темы подтверждена в ходе прохождения преддипломной практики на кафедре электрооборудования и энергоснабжения Института

ИПО ФГАОУ ВО РГППУ и определяется необходимостью методического обеспечения учебных занятий.

*Объектом исследования* является процесс обучения в РГППУ по дисциплине «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и промышленных предприятий».

*Предметом исследования* являются учебные материалы по дисциплине «Электрооборудование источников энергии, электрических сетей и промышленных предприятий».

*Цель выпускной квалификационной работы* – разработать учебно-методический комплекс по дисциплине «Электрооборудование источников энергии, электрических сетей и промышленных предприятий».

*Задачи работы:*

- провести анализ учебно-программной документации по профилю подготовки «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений»;
- отобрать учебный материал по дисциплине «Электрооборудование источников энергии, электрических сетей и промышленных предприятий»;
- разработать структуру дисциплины;
- разработать формы текущего контроля;
- разработать лабораторные работы;
- разработать курсовой проект;
- разработать перечень вопросов, выносимых на экзамен.

# **1 АНАЛИЗ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ»**

## **1.1 Анализ учебно-методической документации дисциплины**

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника профиля подготовки «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений» предусматривает в своем учебном плане изучение дисциплины «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и промышленных предприятий».

Анализ учебно-методической документации осуществляется на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата), рабочей программы по дисциплине «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и промышленных предприятий» и учебного плана высшего учебного заведения.

Дисциплина «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и промышленных предприятий» изучается на четвертом курсе (8 семестр). Согласно учебному плану, на изучение дисциплины «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и промышленных предприятий» выделено 252 часа, из них: лекции – 36 часов, практические задания – 36 часов, лабораторные работы – 36 часов и на самостоятельную работу студентов выделено 144 часа. По итогу студенты сдают экзамен.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и владения, формируемые предыдущими дисциплинами:

Из курса «Теоретические основы электротехники»:

- *знать* методы электрических измерений в сетях переменного и

постоянного тока;

- *уметь* применять аналоговые, электронные и цифровые измерительные приборы в сетях переменного и постоянного тока;

- *владеть* процессом поиска технических решений.

Из курса «Электрический привод»:

- *знать* назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока;

- *уметь* применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода; использовать приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов; анализировать параметры и требования источников питания, а также характеристики нагрузки, как основы технического задания для проектирования электроприводов и их компонентов;

- *владеть* методами расчета, проектирования и конструирования электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; навыками анализа простых моделей электроприводов.

Из курса «Электрические и электронные аппараты»:

- *знать* физические основы построения электрических и электронных аппаратов; принцип действия и устройство различных электрических и электронных аппаратов;

- *уметь* выполнять расчеты электрических аппаратов; анализировать статические и динамические процессы, происходящие в электрических аппаратах;

- *владеть* навыками оценки эффективности, качества и надежности электрических и электронных аппаратов; навыками проектирования электрических аппаратов; навыками работы со справочной литературой, стандартами и другими нормативными материалами.

Из курса «Электротехническое и конструкционное материаловедение»:

- *знать* основные электротехнические и конструкционные



материалы, используемые в оборудовании электрических станций и подстанций, конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи;

- *уметь* выбирать схемы замещения элементов электрической сети; выбирать сечения проводов и кабелей, аппаратов защиты;
- *владеть* навыками построения и конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи; навыками владения методами расчета, проектирования и конструирования электроэнергетического и электротехнического оборудования; навыками работы со справочной литературой, стандартами и другими нормативными материалами.

Дисциплины, изучаемые одновременно:

- «Автоматизация управления системами электроснабжения»;
- «Силовая электроника».

В результате освоения дисциплины «Электрооборудование источников энергии, электрических сетей и промышленных предприятий» должны быть сформированы следующие *профильно-специализированные компетенции*:

- способностью пользоваться технической и справочной литературой, материалами фирм-изготовителей для выбора современных технических решений при проектировании и эксплуатации электрического хозяйства (ПСК-2);
- готовностью использовать технические знания по профилю для решения типовых задач проектирования и эксплуатации электрохозяйства и электроснабжения объектов (ПСК-3);
- способностью эксплуатировать электрооборудование на среднем и низком напряжении (ПСК-4).

По окончанию изучения дисциплины студент должен *знать*:

- принципы действия электрооборудования промышленных предприятий, источников электроэнергии, электрических сетей;

- построение, свойства, области применения электрооборудования промышленных предприятий, источников электроэнергии, электрических сетей;

- потенциальные возможности и тенденции развития электрооборудования промышленных предприятий, источников электроэнергии, электрических сетей.

По окончании изучения дисциплины студент должен *уметь*:

- проектировать электрооборудование технологических комплексов;

- квалифицированно эксплуатировать электрооборудование;

- контролировать его эффективность и безопасность работы.

По окончании изучения дисциплины студент должен *владеть / быть в состоянии продемонстрировать*:

- методами составления структурных схем и математических моделей силовых преобразовательных установок, электроприводов и другого электрооборудования промышленных предприятий;

- методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях;

- навыками исследовательской работы.

Основные организационные формы учебного процесса:

- лекции;

- практические занятия;

- лабораторные работы;

- самостоятельная работа студентов.

## **1.2 Анализ учебных пособий и учебников по дисциплине**

Сегодня информационные технологии развиваются очень быстро, поэтому литература, учебники, учебные пособия и другие информационные источники развиваются так же стремительно, обеспечивая более

эффективную подготовку учащихся к проблемам общества и технологий. Поэтому очень важно давать студентам более новую и эффективную литературу.

*Герасименко А.А., Федин В.Т. «Передача и распределение электрической энергии»[5]*

Учебное пособие представляет собой переработанное и дополненное издание книги, выпущенной издательством «Кнорус» в 2004 году. Учебник состоит из 13 глав:

- общая характеристика систем передачи и распределения электрической энергии;
- расчет и характеристика параметров схем замещения воздушных и кабельных линий электропередачи;
- параметры и схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов;
- моделирование и учет электрических нагрузок;
- режимные показатели участка электрической сети;
- расчет и анализ установившихся режимов разомкнутых электрических сетей;
- расчет установившихся режимов простых замкнутых электрических сетей;
- основы расчета установившихся режимов электрических сетей на ЭВМ;
- методы расчета и анализа потерь электрической энергии;
- основы регулирования режимов систем передачи и распределения электрической энергии;
- основы построения схем систем передачи и распределения электрической энергии;
- выбор основных проектных решений;
- основы оптимизации параметров и режимов систем передачи и распределения электроэнергии.

Так же в данном учебнике есть приложения, с помощью которых можно определить характеристики элементов ВЛ и КЛ, трансформаторов и автотрансформаторов, характеристики компенсирующих устройств.

В УМКД книга может быть полезна при разработке и составлении практических заданий.

*Ковалев Ю.З. «Электрооборудование промышленности. Полупроводниковые силовые преобразователи энергии» [10]*

В учебном пособии рассмотрены принципы построения, расчет и проектирование преобразователей энергии. Приведены характеристики и параметры полупроводниковых преобразователей энергии для промышленных установок. Так же в этом пособии освещены вопросы математического моделирования вентильных преобразователей. Данное пособие может быть использовано при разработке практических заданий.

*Липкин Б.Ю. «Электроснабжение промышленных предприятий и установок» [13]*

Учебник представляет собой переработанное и дополненное издание книги, выпущенной издательством «Высшая школа» в 1975 г. Книга состоит из 10 глав:

- системы электроснабжения промышленных предприятий;
- внутрицеховое электроснабжение промышленных предприятий;
- регулирование напряжения и компенсация реактивной мощности в электрических сетях;
- внутризаводское электроснабжение промышленных предприятий;
- подстанции промышленных предприятий;
- короткие замыкания в системах электроснабжения. Выбор токоведущих частей и аппаратов подстанций;
- защитные заземления электроустановок и подстанций;
- релейная защита станций, подстанций и электроустановок;
- управление, учет и автоматизация в системе электроснабжения;

- элементы техники высоких напряжений в системе электроснабжения промышленных предприятий.

При подготовке третьего издания учебника были учтены пожелания и замечания предметных комиссий техникумов, преподавателей и учащихся, рекомендации инженерно-технических работников, занимающихся проектированием и эксплуатацией электроснабжения.

В УМКД может быть полезен при разработке текущего контроля.

*Фролов Ю.М, Шелякин В.П. «Основы электроснабжения» [21]*

Учебное пособие представляет собой систематизированное изложение основных разделов курса «Электроснабжение» с учетом современных достижений в области энергосбережения в энергетике России и состоит из двух частей. В первой части приводятся общие сведения об электроэнергетике. Материал части разделен на три главы по принципу «производство – преобразование – особенности исполнения способов передачи электроэнергии». Материал второй части разделен на шесть глав и посвящен вопросам проектирования и оптимизации систем электроснабжения, а также экономической оценке принимаемых технических решений. Каждая глава содержит теоретические сведения и примеры расчетов энергосистем. Описываются общепринятые и перспективные направления развития технологий энергоснабжения.

Учебное пособие можно использовать при составлении практических заданий и тестов.

*Шабад В.К. «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» [22]*

Учебное пособие состоит из 10 глав:

- математическое описание и характеристики элементов электрической системы и узлов нагрузки;
- влияние режима электрической системы на работу нагрузки;
- основы теории устойчивости электроэнергетической системы;

- расчеты и анализ статической устойчивости электроэнергетической системы;
- расчет и анализ динамической устойчивости электроэнергетической системы;
- асинхронный ход и ресинхронизация;
- пуск и остановка электродвигателей;
- самозапуск электродвигателей;
- мероприятия по повышению устойчивости электрических систем и узлов нагрузки;
- исследование режимов и устойчивости электроэнергетических систем.

В учебном пособии приведены примеры решения задач. Это пособие можно использовать при составлении практических заданий.

*Кужеков С.Л. «Практическое пособие по электрическим сетям и электрооборудованию» [12]*

Книга состоит из 12 глав:

- краткие сведения из теоретических основ электротехники;
- принципы построения городских и промышленных электрических сетей;
- защитные меры безопасности, режимы нейтрали и заземления в городской электрической сети;
- потери напряжения, мощности и энергии;
- основные понятия об опасностях и расчете токов короткого замыкания;
- силовые трансформаторы;
- основное электрооборудование распределительных пунктов и трансформаторных подстанций;
- воздушные и кабельные линии;
- защита электрооборудования от повреждений;
- комплектные распределительные устройства и подстанции;

- предотвращение повреждений однофазных электроприемников напряжением 220 В при обрыве нулевого провода;
- переключения и ликвидация перерывов электроснабжения.

Данное пособие может быть полезно при разработке практических заданий и курсового проекта.

*Сивков А.А., Сайгаш А.С., Герасимов Д.Ю. «Основы электроснабжения» [18]*

В учебном пособии изложены основы электроснабжения промышленных предприятий. Отдельное внимание уделено электроприемникам промышленных предприятий, их характеристикам по надежности электроснабжения и режимам работы. Приведены электрические нагрузки и их графики, коэффициенты, характеризующие графики нагрузки, а также методы расчета электрических нагрузок. Рассматривается внутрицеховое, внутризаводское и внешнее электроснабжение. Описаны особенности электрических сетей внутризаводского электроснабжения напряжением выше 1000 В, схемы и основное оборудование главных понизительных подстанций.

Данное пособие можно использовать при составлении практических заданий.

*Бунич Я.М., Глазков А.Н. «Электрооборудование промышленных предприятий» [3]*

Учебное пособие состоит из 15 глав:

- электрооборудование металлорежущих станков и кузнечнопрессовых установок. Электрорезовые и электроимпульсные установки;
- электротермические установки;
- электросварочные установки;
- установки электролиза и гальванических покрытий металлов.

Электростатическая окраска;

- электрооборудование промышленных установок в пожароопасных и взрывоопасных зонах;
- электрооборудование металлургических заводов;
- электрооборудование автомобильных заводов;
- электрооборудование заводов химической промышленности;
- электрооборудование нефтегазоперерабатывающих заводов;
- электрооборудование заводов целлюлозно-бумажной промышленности;
- электрооборудование заводов строительной индустрии;
- электрическое освещение помещений и наружных территорий;
- автоматизация, диспетчеризация и телемеханизация управления электроустановками;
- электропроводки, кабельные линии и присоединения в электрооборудованию;
- защитные зануление, заземление и отклонение. Молниезащита от статического электричества.

Данная книга может быть полезна при разработке в теоретической части разрабатываемого УМКД.

*Неклепаев Б.В. «Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования» [14]*

Учебное пособие содержит основные, наиболее часто используемые при проектировании, данные по электрическим машинам, трансформаторам, аппаратам и проводникам, извлечения из ГОСТ, каталогов, прейскурантов, ПТЭ, ПУЭ, другой нормативно-технической документации, а также из проектных материалов. В книге изложены методика определения нагрузочной способности трансформаторов и методика технико-экономических расчетов при сравнении вариантов электроустановок. При составлении пособия авторами учтен многолетний опыт руководства курсовым и дипломным проектированием студентов. Отличительной особенностью данного учебного пособия является то, что во всех разделах



книги даны ссылки на первоисточники или на литературу, содержащую более полную информацию по данному вопросу.

Учебное пособие можно использовать при составлении практической заданий и заданий на курсовой проект.

*Соколова Е. М. «Электрическое и электромеханическое оборудование. Общепромышленные механизмы и бытовая техника» [19]*

В учебном пособии рассмотрено оборудование кранов, подъемников, конвейеров, вентиляторов, насосов и компрессоров, составляющих группу общепромышленных механизмов. Приведены характеристики электрических машин и аппаратов, применяющихся в электрооборудовании этих механизмов.

Данное пособие можно использовать в УМКД для разработки контроля знаний студентами.

*Анчалова Т.В. «Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений» [1]*

В учебнике рассматриваются вопросы электроснабжения и электрического освещения производственных объектов и административно-общественных зданий. На основании анализа нормативно-технической документации, а также опыта проектирования предлагаются рекомендации по проектированию электроустановок зданий и сооружений. Предлагаются способы принятия решений на разных ступенях системы электроснабжения указанных объектов, приведены примеры отдельных задач. Значительный объем книги отведен вопросам экономики электроэнергетики в силовых и осветительных сетях зданий.

Данный учебник можно использовать при разработке практических заданий УМК.

*Кудрин Б.И. «Электроснабжение» [11]*

В учебнике рассматриваются такие темы, как:

- электрическое хозяйство потребителей;
- уровни (ступени) системы электроснабжения;

- выбор схем, напряжений и режимов присоединения промышленных предприятий к субъектам электроэнергетики;
- схемы и конструктивное исполнение главных понизительных и распределительных подстанций;
- энергосберегающая энергетическая электроника в системах электроснабжения;
- схемы электроснабжения в сетях напряжением до 1 кВ переменного и до 1,5 кВ постоянного тока;
- транспорт (канализация) электрической энергии;
- расчет токов короткого замыкания;
- выбор аппаратов и токоведущих устройств в электротехнических установках;
- пуск и самозапуск электрических двигателей;
- качество электрической энергии;
- компенсация реактивной мощности;
- релейная защита в системе электроснабжения промышленного предприятия;
- установки наружного и внутреннего освещения;
- защитные меры электробезопасности и заземление;
- организация электропотребления;
- электроснабжение на промышленных предприятиях;
- инвестиционное проектирование объектов электрики;
- рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов;
- менеджмент электрики: организация управления электрическим хозяйством.

В учебнике изложены нормы качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения, вводимые с 2013 г. Приведенные теория и практика электрообеспечения потребителей позволяют говорить о самостоятельной области технической деятельности.

Данный учебник можно использовать для разработки практических заданий и курсового проекта.

*Сибикин М.Ю., Сибикин Ю.Д. «Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок» [17]*

В книге приведены общие сведения о материалах, инструменте, приспособлениях и механизмах, используемых электромонтажниками и электромонтерами в процессе работ. Даны некоторые технические характеристики важнейших электроустановок. Рассмотрены способы и приемы монтажа, эксплуатации, ремонта электрооборудования и электрических сетей промышленных предприятий.

Данная книга может быть полезна для теоретического материала и прохождения тестов, предусмотренных учебно-методическим комплексом дисциплины.

*Быстрицкого Г.Ф. «Общая энергетика» [4]*

Учебник состоит из 13 глав:

- энергоресурсы и их использование;
- основные положения технической термодинамики;
- основы теории теплообмена;
- циклы основных тепловых электрических станций;
- гидравлические станции;
- ветроэнергетика и солнечная энергетика;
- котельные установки ТЭС;
- системы теплоснабжения;
- нагревательные машины электрических станций;
- электрические генераторы;
- силовые трансформаторы;
- воздушные и кабельные линии электропередачи (ЛЭП).

В учебнике приведены сведения о невозобновляемых и возобновляемых энергетических ресурсах. Описаны схемы и принципы работы тепловых, атомных, газотурбинных, гидравлических и ветровых

электрических станций. Рассмотрено основное оборудование тепловых электрических станций: паровые и водогрейные котлы, паровые турбины, системы теплоснабжения.

Данный учебник можно использовать при составлении контрольно-оценочных средств.

*Афонин А.М. «Энергосберегающие технологии промышленности» [2]*

В учебном пособии рассмотрены основные способы повышения эффективности использования энергоресурсов, организация проведения энергетических обследований промышленных предприятий и зданий, паспортизация объектов энергопотребления, учет тепловой энергии, приборный учет электрической энергии, автоматизированные системы управления энергоресурсами, повышение эффективности использования энергоресурсов, типовые мероприятия эффективного энергопользования. Подробно анализируются возможности улучшения деятельности предприятий на основе применения автоматизированных систем управления энергоресурсами предприятий.

Учебное пособие можно использовать при составлении контрольно-оценочных средств обучения.

### **1.3 Анализ справочной литературы**

*Киреева Э.А. «Полный справочник по электрооборудованию и электротехнике (с примерами расчетов)» [9]*

В справочнике приведены технические характеристики действующего и нового оборудования. В частности приведены характеристики трансформаторов, электродвигателей, коммутационных аппаратов, кабельных и воздушных линий. Даны сведения по электрическим измерениям, электротехническим материалам, режимам нейтрали, нормам качества электроэнергии, осветительным устройствам.

Данный справочник можно использовать для составления практических заданий и курсового проекта данного УМКД.

*Шеховцов В.П. «Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению» [23]*

Справочное пособие состоит из 6 глав:

- асинхронные машины;
- аппараты защиты;
- кабели, провода и шнуры;
- распределительные устройства;
- силовые трансформаторы и комплектные трансформаторные подстанции;
- компенсирующие устройства.

Разработка справочника выполнена на уровне последних современных данных. Справочник можно использовать при разработке практических заданий и курсового проекта.

*Каранетян И.Г., Файбисович Д.Л., Шапиро И.М. Справочник по проектированию электрических сетей[8]*

В справочнике приводятся сведения по проектированию электрических сетей энергосистем, методам технико-экономических расчетов, выбору параметров сетей, данным по электрооборудованию, воздушным и кабельным линиям, по стоимости элементов электрических сетей. В данном издании учтены последние изменения структуры российской энергетики и требования новых нормативных документов; приведены новые технические данные по кабельным линиям, автотрансформаторам, коммутационным аппаратам и другим видам оборудования.

Справочник можно использовать при составлении практических заданий и курсового проекта.

*Федоров А.А., Сербиновский Г.В. «Справочник по электроснабжению промышленных предприятий: Электрооборудование и автоматизация»[20]*

Справочник состоит из 25 разделов:

- основные сведения по математике, применяемые в данном справочнике;
- применение вычислительной техники при проведении инженерно-технических расчетов в системах электроснабжения;
- расчет электрических нагрузок – теория, методы их определения;
- основы технико-экономических расчетов в системах электроснабжения промышленных предприятий;
- основные положения теории надежности;
- режим нейтрали и защитные заземления в промышленных электроустановках;
- молниезащита промышленных зданий, сооружений и электроустановок;
- расчет токов короткого замыкания;
- выбор электрических аппаратов;
- допустимые перегрузки элементов систем электроснабжения;
- компенсация реактивной мощности;
- выбор напряжений;
- выбор рациональных сечений проводов и жил кабелей;
- качество электрической энергии;
- релейная защита в системах электроснабжения промышленных предприятий;
- автоматика в системах электроснабжения промышленных предприятий;
- телемеханизация в системах электроснабжения;
- учет электрической энергии;
- электробаланс и определение потерь электрической энергии;
- воздушные линии;
- кабельные линии;
- шинопроводы в системах электроснабжения;
- цеховые электрические сети;

- передвижные электрические станции;
- экономия электроэнергии в системах промышленного электроснабжения.

В проектируемом УМКД может быть полезен при разработке практической части курса.

*Зименков М.Г., Розенберга Г.В., Феськова Е.М. «Справочник по наладке электрооборудования промышленных предприятий» [7]*

Данный справочник состоит из 12 глав:

- общие справочные сведения;
- организация наладочных работ;
- измерения и испытания;
- оборудование электрических подстанций;
- релейная защита;
- аппараты напряжением до 1000 В;
- электрические машины;
- системы автоматического регулирования электроприводов постоянного тока;
- системы управления частотно-регулируемыми асинхронными электроприводами;
- электроприводы переменного тока;
- управляемые вентильные преобразователи;
- бесконтактные системы управления.

Третье издание переработано и дополнено по сравнению со вторым, вышедшим в 1976 г. В целом данный справочник может быть использован при составлении заданий на практические занятия и на курсовой проект.

## **2 ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ»**

### **2.1 Структура учебно-методического комплекса дисциплины «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и промышленных предприятий»**

Учебно-методический комплекс дисциплины (далее УМКД) представляет собой важную часть основной образовательной программы высшего учебного заведения. УМКД разрабатывается по каждой дисциплине в отдельности. В него входят основные теоретические и практические знания, которые необходимы для изучения данной дисциплины.

Учебно-методический комплекс разрабатывается для студентов и преподавателей по всем учебным дисциплинам. С помощью УМК повышается качество усвоения материала, которое соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования. Учебно-методический комплекс доступен каждому желающему.

Учебно-методический комплекс является своеобразным путеводителем для студентов. С помощью него студенты могут определить цели и задачи дисциплины, какие знания требуются от предыдущих дисциплин. Если этих знаний у студента нет или они уже забылись, он может освежить знания, которые от него требуются. Так же из УМК обучающийся может узнать, сколько лабораторных, практических работ будут изучаться в данной дисциплине, с помощью этого он может определить, сколько времени ему надо уделить самостоятельной работе. Из учебно-методического комплекса можно узнать предусматривает ли дисциплина контрольные работы, сколько их, есть ли курсовой проект. Учебно-методический комплекс уменьшает



затраты времени на объяснения всего преподавателю, и увеличивает самостоятельность студентов.

Учебно-методический комплекс дисциплины «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и промышленных предприятий» предназначен для высшего образования (ООП ВО) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника профиля подготовки «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений» является системой учебно-методических документов. Данные документы сформированы на основе федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВО) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Данный учебно-методический комплекс можно использовать в РГППУ на кафедре электрооборудования и энергоснабжения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника профиля подготовки «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений» в части:

- компетентностно-квалификационной характеристики выпускника;
- содержания и организации образовательного процесса;
- ресурсного обеспечения реализации ООП;
- итоговой государственной аттестации выпускников.

Учебно-методический комплекс состоит из следующих разделов:

1. Цели освоения дисциплины.
2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.
3. Компетенции студента, формируемые в результате освоения дисциплины.
4. Структура дисциплины.
5. Образовательные технологии.
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

## **2.2 Разделы «Цели освоения дисциплины» и «Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего образования» учебно-методического комплекса**

*Целью изучения дисциплины «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и промышленных предприятий» является формирование у студентов необходимых знаний и умений в области электрооборудования современных источников электроэнергии, электрооборудования технологических комплексов промышленных предприятий и электрических сетей.*

*В задачи дисциплины входит:*

- создать у студентов правильное представление о происходящих в электрооборудовании источников процессов преобразования энергии;
- научить студентов самостоятельно разбираться как в существующем, так и в создающемся электрооборудовании электротехнологических и электротермических установок и комплексов, уметь грамотно эксплуатировать их, определять расчетным путем основные параметры и характеристики;
- научить студентов самостоятельно проводить расчеты установившихся режимов электроэнергетических сетей.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Из курса «Теоретические основы электротехники» студенты должны:

- *знать* методы электрических измерений в сетях переменного и постоянного тока;
- *уметь* применять аналоговые, электронные и цифровые измерительные приборы в сетях переменного и постоянного тока;

- *владеть* процессом поиска технических решений.

Из курса «Электрический привод» студенты должны:

- *знать* назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока; математическое описание, схемы включения, основные параметры и элементы проектирования электроприводов;

- *уметь* применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода; использовать приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов; анализировать параметры и требования источников питания, а также характеристики нагрузки, как основы технического задания для проектирования электроприводов и их компонентов;

- *владеть* методами расчета, проектирования и конструирования электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; навыками анализа простых моделей электроприводов.

Из курса «Электрические и электронные аппараты» студенты должны:

- *знать* физические основы построения электрических и электронных аппаратов; принцип действия и устройство различных электрических и электронных аппаратов;

- *уметь* выполнять расчеты электрических аппаратов; анализировать статические и динамические процессы, происходящие в электрических аппаратах;

- *владеть* навыками оценки эффективности, качества и надежности электрических и электронных аппаратов; навыками проектирования электрических аппаратов; навыками работы со справочной литературой, стандартами и другими нормативными материалами.

Из курса «Электротехническое и конструкционное материаловедение» студент должен:

- *знать* основные электротехнические и конструкционные материалы, используемые в оборудовании электрических станций и

подстанций; конструктивное выполнение воздушных и кабельных линий электропередачи;

- *уметь* выбирать схемы замещения элементов электрической сети; выбирать сечения проводов и кабелей, аппаратов защиты;

- *владеть* навыками построения и конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи; навыками владения методами расчета, проектирования и конструирования электроэнергетического и электротехнического оборудования; навыками работы со справочной литературой, стандартами и другими нормативными материалами.

### **2.3 Раздел «Компетенции студента, формируемые в результате освоения дисциплины»**

В результате освоения дисциплины «Электрооборудование источников энергии, электрических сетей и промышленных предприятий» должны быть сформированы следующие *профильно-специализированные компетенции*:

- способностью пользоваться технической и справочной литературой, материалами фирм-изготовителей для выбора современных технических решений при проектировании и эксплуатации электрического хозяйства (ПСК-2);

- готовностью использовать технические знания по профилю для решения типовых задач проектирования и эксплуатации электрохозяйства и электроснабжения объектов (ПСК-3);

- способностью эксплуатировать электрооборудование на среднем и низком напряжении (ПСК-4).

После освоения дисциплины студент должен *знать*:

- принципы действия электрооборудования промышленных предприятий, источников электроэнергии, электрических сетей;

- построение, свойства, области применения электрооборудования промышленных предприятий, источников электроэнергии, электрических сетей;

- потенциальные возможности и тенденции развития электрооборудования промышленных предприятий, источников электроэнергии, электрических сетей.

После усвоения дисциплины студент должен *уметь*:

- проектировать электрооборудование технологических комплексов;

- квалифицированно эксплуатировать электрооборудование;

- контролировать его эффективность и безопасность работы.

После усвоения дисциплины студент должен *владеть / быть в состоянии продемонстрировать*:

- методами составления структурных схем и математических моделей силовых преобразовательных установок, электроприводов и другого электрооборудования промышленных предприятий;

- методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях;

- навыками исследовательской работы.

## **2.4 Раздел «Структура дисциплины» учебно-методического комплекса дисциплины**

Общая трудоемкость составляет 7 зачетных единиц:

- аудиторная работа - 108 часов;
- самостоятельная работа - 144 часов.

Объем дисциплины и виды учебной работы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего зачетных единиц (часов)	Форма обучения	
		Очная	Заочная
		4 года	4,5 года
		8-й	8-й
1	2	3	4
Общая трудоемкость дисциплины	7 (252)	7 (252)	7 (252)
Аудиторные занятия (всего)	108	108	24
В том числе:			
1. Лекции (Л) (консультации)	36	36	8
2. Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)	36	36	8
3. Лабораторные работы (ЛР)	36	36	8
4. Другие виды аудиторных занятий			
Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)	144	144	228
В том числе:			
1. изучение теоретического курса	52	52	126
2. курсовой проект	36	36	36
3. домашние задания	20	20	30
5. подготовка к экзамену	36	36	36
Вид промежуточного контроля	экзамен	экзамен	экзамен

Содержание и тематическое планирование дисциплины приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание и тематическое планирование дисциплины

Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Семестр	Виды учебной деятельности и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
		Л	ПЗ	ЛР	СРС	
Источники электроснабжения предприятий, организаций, учреждений	VIII	4	-	2	12	Тест 1
Схемы замещения и расчет параметров схем замещения	VIII	10	8	16	40	Тест 2, защита практических заданий и лабораторных работ
Потери мощности, энергии и напряжения	VIII	10	14	5	36	Тест 3, защита практических заданий и лабораторных работ

## Продолжение таблицы 2

Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Семестр	Виды учебной деятельности и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
		Л	ПЗ	ЛР	СРС	
Полупроводниковые силовые преобразователи электроэнергетики	VIII	6	8	8	34	Тест 4, защита практических заданий и лабораторных работ
Электрооборудование промышленных установок	VIII	6	6	5	22	Тест 5, защита практических заданий и лабораторных работ
<i>Итого по видам занятий в семестре</i>		36	36	36	144	экзамен
Итого		252				

*Содержание тем дисциплины*

**Тема 1.** Источники электроснабжения предприятий, организаций, учреждений.

Основные типы электростанций. Преимущества, недостатки, технологические схемы электростанций большой, средней и малой мощности.

Основные требования, предъявляемые к электрическим сетям. Требования по надежности. Обеспечение качества электроэнергии. Классификация электрических сетей. Проводниковые материалы.

**Тема 2.** Схемы замещения и расчет параметров схем замещения.

Схемы замещения воздушных линий. Определение параметров схем замещения. Линии с расщепленными проводами. Схемы замещения двухобмоточных, трехобмоточных трансформаторов и трансформаторов с расщепленными обмотками. Особенности конструкции автотрансформаторов. Схемы замещения автотрансформаторов. Математические модели.

Определение параметров схем замещения трансформаторов различных типов по каталожным данным. Потери мощности на корону в воздушных линиях.

### **Тема 3. Потери мощности, энергии и напряжения.**

Виды потерь. Потери мощности в линиях и трансформаторах. Расчет нагрузочных потерь.

Потери электроэнергии в линиях и трансформаторах. Методы расчета потерь электроэнергии. Метод среднеквадратичного тока и времени максимальных потерь.

Понятия потери и падения напряжения. Построение векторной диаграмма ЛЭП и КЛ. Вывод формул для определения продольной и поперечной составляющей падения напряжения.

### **Тема 4. Полупроводниковые силовые преобразователи электроэнергии.**

Классификация электроприемников промышленных предприятий. Особенности и элементы вентильных преобразователей электроэнергии. Выпрямители.

Инверторы напряжения и тока. Преобразователи частоты. Влияние преобразователей на питающую сеть.

### **Тема 5. Электрооборудование промышленных установок.**

Электроприводы технологических установок. Электроприводы технологических установок с электрическими машинами постоянного тока. Электроприводы технологических установок с электрическими машинами переменного тока. Системы управления электроприводами: одноконтурные, программные, следящие.

Нагревательные установки. Электрические печи сопротивления. Конструкция и характеристики. Выпрямительные агрегаты для электропечей. Индукционные плавильные печи и нагревательные установки. Источники электропитания индукционных установок. Дуговые электрические печи и установки, вакуумные, графитные. Электропривод и автоматика дуговых печей.

Сварочные установки. Электросварка и машины для точечной и роликовой сварки. Выпрямители для сварочных агрегатов.



## 2.5 Раздел «Образовательные технологии»

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника профиля подготовки «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений» в программе дисциплины «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и промышленных предприятий» предусмотрено использование в учебном процессе таких *образовательных технологий*, как лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов.

*Лекционные занятия* проводятся в традиционной форме. Лектор (преподаватель) читает лекцию, студенты слушают и записывают наиболее важные сведения по данной теме. Преподаватель может использовать компьютерные технологии в процесс лекции. Можно использовать презентации Microsoft PowerPoint, так же для большей наглядности можно использовать видеоматериалы, схемы, чертежи. Так же можно проводить экскурсии в те места, где также наглядно можно увидеть проходимый материал, встретится с ведущими специалистами, которые работают в этой сфере, и могут рассказать по теме (например, завод, где производят или используют определенное электрооборудование).

*Практические занятия* проводятся в традиционной форме. На этих занятиях работает взаимосвязь «студент - преподаватель», обратная связь. Именно на этих занятиях преподаватель понимает, какие знания были упущены студентами. На этих занятиях рассматриваются и обсуждаются решения типовых практических задач. Также проверяются задания, которые были даны на самостоятельное решение.

*Лабораторные работы* выполняются в специальной лаборатории на конкретных лабораторных установках, стендах или компьютерах. При выполнении лабораторных работ также закрепляются те знания, которые были даны на лекциях и практических заданиях.

*Самостоятельная работа* включает в себя подготовку к тестам, опросам, выполнение домашних работ и курсового проекта и подготовка к его защите. На самостоятельную работу дается больше времени, это позволяет саморазвиваться, самому изучать темы. В самостоятельную работу входит и подготовка к экзамену и/или зачету. Самостоятельно искать ответы на интересующие вопросы, это увеличивает эффективность обучения.

## **2.6 Учебно-методическое обеспечение для подготовки к практическим занятиям**

В учебно-методический комплекс дисциплины «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и промышленных предприятий» входят контрольные вопросы и задания.

Оценочные средства – контрольные задания, вопросы, тесты, которые предназначены для определения качества усвоения обучающимися учебного материала, учебной дисциплины, профессионального модуля, которые направлены на распознавание степени сформированности компетенции, как в целом, так и отдельных ее компонентов.

При разработке комплекса оценочных средств надо помнить, что:

1. Оценочные средства должны быть разработаны для проверки степени сформированности компетенций.
2. Оценочные средства должны стать действенным средством не только оценки, но и обучения.

Формы контроля должны стать, продолжением методики обучения. С помощью форм контроля студенты могут определить свои достижения и недостатки в изучении дисциплины. Студенты могут определить, какие темы они пропустили или не достаточно уделили внимание. В целом, они могут корректировать свою деятельность в процессе обучения, изучения дисциплины. Для преподавателя формы обучения тоже дают свой плюс. С помощью их они могут направлять деятельность студентов. Определить

какой именно будет следующий материал, и какие знания понадобятся для более эффективного изучения дисциплины. Большинство компетенций не формируются отдельными дисциплинами, они формируются рядом взаимосвязанных между собой дисциплинами. Поэтому для изучения какого-либо предмета мы выявляем межпредметные связи, позволяя дальнейшему развитию компетенций у студентов. Мы говорим какие знания нам пригодятся для изучения курса, проводим входной контроль, который составляется на основе уже изученных дисциплин. Так же компетенции формируются в процессе непрерывной практики. Это позволяет увеличить самостоятельную роль студента в обучении. При неоднократном решении одних и тех же задач, поиска ошибок и информации, позволяет студенту сформировать компетенции, которые понадобятся при поступлении на работу, студент сможет проявить себя как компетентный работник.

Все виды и формы контроля должны быть отражены в рабочей программе. Уже из рабочей программы преподаватель на их основе формирует свои виды контроля, их содержание. Содержание должно соответствовать тем знаниям, умениям и владениям, которые студент должен усвоить при изучении данной дисциплины. Виды и формы контроля должны быть направлены на достижение результатов обучения, а так же на формирование у студентов общих и профессиональных компетенций.

При изучении дисциплины с УМК у преподавателя и у студента экономится время, позволяя провести его для изучения дисциплины. Результат усвоения дисциплины представляется в виде перечня умений, составляющих компетенциям (и), которые предъявляются к оцениванию. Результат обучения позволяет определить, что студент будет знать по окончании изучения дисциплины, где и как можно будет использовать его знания и что обучающийся будет способен выполнять по завершению дисциплины. Каким стандартам будет соответствовать его деятельность, или в каких условиях он сможет применить умения.

Для текущего контроля успеваемости, при изучении дисциплины «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и промышленных предприятий», используются различные виды тестов, практические задания, устный опрос, защита курсового проекта. Аттестация по дисциплине – экзамен в 8 семестре.

Тест – наиболее простой способ определения знаний, которые обучающийся усвоил в процессе изучения темы, всей дисциплины. Тест позволит преподавателю сэкономить время для получения информации о знаниях всех студентов. Тест можно составить в несколько вариантов, это даст возможность того, что студенты будут меньше списывать друг у друга и узнать наиболее правильное представление о знаниях студентов. Тест позволяет сэкономить время на проверке, если есть эталон – это не составит особого труда.

Тесты разделяют на два вида: открытые и закрытые. Закрытые тесты не дают полных знаний, которые студенты получили при изучении той или иной темы. В них заложены стандартные ответы, но мы не можем узнать собственного мнения студента, его понимания тех или иных определений и значений. Но это все можно реализовать в заданиях открытой формы, в развернутых ответах студента. Благодаря данным тестам мы более эффективно определяем знания студента. В большинстве случаев составляются смешанные тесты, то есть в них есть вопросы закрытой и открытой формы.

При составлении учебно-методического комплекса по дисциплине «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и промышленных предприятий» в качестве одной из форм оценивания знаний, мной были разработаны тесты по всем темам дисциплины. В качестве примера тест по теме 3 «Потери мощности, энергии и напряжения», который приведен ниже.

*Критерии оценивания:*

Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл.

80% от максимальной суммы баллов – оценка «5».

60-80% - оценка «4».

40-60% - оценка «3».

0-40% - оценка «2».

***Тест по теме: «Потери мощности, энергии и напряжения»***

*1. Выберите один правильный вариант ответа:*

ПРИ ОТСУТСТВИИ ДАННЫХ О СРЕДНЕЙ ПЛОТНОСТИ ТОКА ЗА РАСЧЕТНЫЙ ПЕРИОД В КАЖДОМ ЭЛЕМЕНТЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ РАСЧЕТНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТОКА ПРИНИМАЮТ

А) 0,7 А/мм<sup>2</sup>

Б) 0,2 А/мм<sup>2</sup>

В) 0,5 А/мм<sup>2</sup>

Г) 1,5 А/мм<sup>2</sup>

*2. Выберите один правильный вариант ответа:*

ПРИ РАСЧЕТАХ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЗА НЕБОЛЬШОЙ ПРОМЕЖУТОК ВРЕМЕНИ ХОРОШО РЕАЛИЗУЕТСЯ В МЕТОДЕ

А) графического интегрирования

Б) среднеквадратичного тока

В) времени максимальных потерь

Г) отдельного времени максимальных потерь

*3. Выберите один правильный вариант ответа:*

НЕОБХОДИМОСТЬ ЗНАНИЯ ГРАФИКОВ РЕАКТИВНОЙ НАГРУЗКИ ЯВЛЯЕТСЯ НЕДОСТАТКОМ ДЛЯ МЕТОДА

А) графического интегрирования

Б) среднеквадратичного тока

В) времени максимальных потерь

Г) отдельного времени максимальных потерь

*4. Выберите один правильный вариант ответа:*

ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПОТЕРИ НАПРЯЖЕНИЯ В ЭЛЕКТРОУСТРОЙСТВАХ ЗДАНИЙ СОСТАВЛЯЮТ

А) не более 4%

Б) 4-6 %

В) 6-10 %

Г) более 10%

5. Выберите правильные варианты ответов:

ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ РАССЧИТЫВАЮТСЯ ЗА КАЖДЫЙ МЕСЯЦ РАСЧЕТНОГО ПЕРИОДА С УЧЕТОМ СХЕМЫ СЕТИ, СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ДАННОМУ МЕСЯЦУ ПО МЕТОДАМ

А) средних нагрузок

Б) расчетных суток

В) числа часов наибольших потерь мощности

Г) оценки потерь по обобщенной информации о схемах и нагрузок сети

Д) оперативных расчетов

6. Выберите правильные варианты ответов:

ПОТЕРИ МОЩНОСТИ РАССЧИТЫВАЮТСЯ НА ОСНОВЕ ЗАДАННОЙ СХЕМЫ СЕТИ И НАГРУЗОК ЕЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПО МЕТОДАМ

А) средних нагрузок

Б) расчетных суток

В) числа часов наибольших потерь мощности

Г) оценки потерь по обобщенной информации о схемах и нагрузок сети

Д) оперативных расчетов

7. Установите соответствие:

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ	ФОРМУЛА
1. Метод графического интегрирования	А) $\Delta W = \frac{R}{U^2} S_{нб}^2 \tau$
2. Метод среднеквадратичного тока	Б) $\Delta W = \frac{R}{U^2} (P_{нб}^2 \tau + Q_{нб}^2 \tau)$
3. Метод времени максимальных потерь	В) $\Delta W = 3RI_{ск}^2 T$
4. Метод раздельного времени максимальных потерь	Г) $\Delta W = \frac{RT}{U^2 n} \sum_{i=1}^n S_i^2$

8. Установите соответствие:

СОСТАВЛЯЮЩАЯ НАПРЯЖЕНИЯ	ПАДЕНИЯ	ОПРЕДЕЛЕНИЕ
1.	продольная	А) проекция падения напряжения на мнимую ось
2.	поперечная	Б) проекция падения напряжения на действительную ось

9. Дополните:

ВЕЛИЧИНА ПОТЕРЬ СУЩЕСТВЕННО ЗАВИСИТ ОТ ХАРАКТЕРА ИЗМЕНЕНИЯ \_\_\_\_\_ В ТЕЧЕНИЕ ЭТОГО ПЕРИОДА ВРЕМЕНИ

10. Дополните:

ПОТЕРЯ НАПРЯЖЕНИЯ – \_\_\_\_\_

---

---

11. Дополните:

ПАДЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ – \_\_\_\_\_

---

---

12. Дополните:

ПОТЕРЯ НАПРЯЖЕНИЯ РАВНА ПРОДОЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ \_\_\_\_\_ НАПРЯЖЕНИЯ

В практических заданиях студенты показывают свои знания в практической части изучения дисциплины. Студентам предоставляются задания в виде задач. Практические задания могут состоять как из одной задачи, так и из нескольких. Количество задач зависит от преподавателя, сколько он сочтет нужным для закрепления данной темы. Задания представляют собой условие задачи и данные, с которыми студенты должны решить данное задание. Исходные данные распределены по вариантам. Вариант определяется по последней цифре зачетной книжки. Если последняя цифра 0, то у студента 10 вариант, если 1, то 1-й вариант и так далее. Как

только одна тема пройдена, преподаватель предоставляет студентам тест на данную тему и практическое задание.

Типовой пример практического задания по теме «Расчет потерь мощности и энергии в линиях электропередачи электрических сетях и трансформаторах»:

**Задача 1.** Для электрической сети определить потери энергии за год, если задан годовой график нагрузки по продолжительности. График нагрузки приведен в таблице 3.

Таблица 3 - Годовой график по продолжительности

$t$ , ч	0–2100	2100–4000	4000–6400	6400–8760
$P$ , отн. ед.	1	0,7	0,5	0,3

**Задача 2.**

Определить активные потери в линии электропередачи при максимальной нагрузке, переданной по линии, активную энергию и потери активной энергии за год. Данные для расчета приведены в таблице 4. Годовой график нагрузки по продолжительности задан на рисунке 1.

Таблица 4 - Исходные данные для индивидуального задания

Вариант	Напряжение, кВ	Длина, км	Марка провода	Нагрузка, кВт	Коэффициент мощности
1	35	10	АС-70	3800	0,8
2	35	11	АС-70	3800	0,8
3	35	15	АС-95	2400	0,8
4	110	17	АС-95	2100	0,8
5	110	22	АС-120	3000	0,8
6	110	25	АС-120	3500	0,8
7	220	25	АС-185	3500	0,8
8	220	10	АС-185	3200	0,8
9	220	22	АС-240	2600	0,8
10	220	15	АС-240	2500	0,8



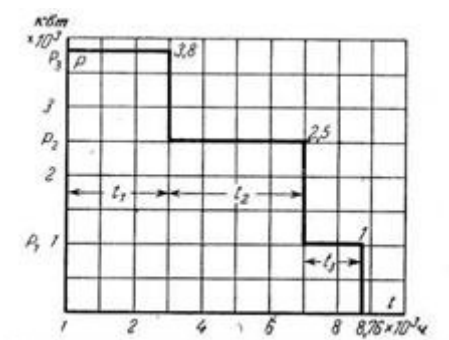


Рисунок 1 - Ступенчатый график нагрузки предприятия

### Задача 3.

Определите потери активной и реактивной мощностей в трансформаторах. Исходные данные представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Исходные данные для индивидуального задания

Вариант	Напряжение, кВ	Трансформатор	Максимальная нагрузка, МВт	Коэффициент мощности	Время, ч
1	110	Д10000/110	10	0,8	3600
2	110	Д10000/110	15	0,8	3600
3	220	ТДТН25000/220	15	0,8	4960
4	220	ТДТН25000/220	20	0,8	4960
5	220	ТДТН25000/220	22	0,8	3600
6	110	Д10000/110	25	0,8	5450
7	110	Д10000/110	26	0,8	5450
8	220	ТДТН25000/220	30	0,8	6600
9	220	ТДТН25000/220	35	0,8	6000
10	110	Д10000/110	40	0,8	6600

## 2.7 Описание лабораторного практикума

Лабораторные работы проводятся в специальных лабораториях на конкретных лабораторных установках, стендах или компьютерах. Высшее заведение должно обеспечивать обучения более новыми установками, для проведения лабораторных работ, это позволит увеличить компетентность студентов на рынке труда.

Существует две организационной формы осуществления лабораторной работы:

- индивидуальные;
- групповые.

При индивидуальной форме студент самостоятельно проводит опыт для достижения цели лабораторной работы. При групповой форме, группы студентов по несколько человек проводят ряд действий для выполнения лабораторной работы.

Лабораторные работы выполняются при полном руководстве преподавателя. Лабораторные задания, которые связаны с электричеством обязательно выполняются с руководством преподавателя или лаборанта. Только после проверки, можно снимать показатели с приборов.

Лабораторные работы развивают мышление студентов, которое способствует развитию практической и мыслительной деятельности будущих выпускников. Работы проводятся после лекций на данную тему, и/или практических занятий, что способствует более эффективному усвоению материала. Есть такие лабораторные работы, теоретический материал не проходится на лекциях, тогда в методические указания добавляется такой раздел, как общие теоретические сведения.

Структура лабораторной работы:

- вводная часть;
- основная часть;
- заключительная часть.

В вводной части лабораторной работы определяется цель и задачи выполнения работы. В основную часть входит теоретические сведения (если необходимо), ряд действий, необходимых для достижения поставленной цели. В заключительной части входит порядок оформления отчета лабораторной работы.

Основной формой проверки лабораторной работы является отчет. Форма и содержание отчета зависит от самой лабораторной работы. Что

должен содержать отчет, описано в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

Количество лабораторных работ, и количество часов отводимых на выполнения, указываются в рабочей программе дисциплине.

Тема лабораторной указывает, что должен изучить студент в ходе выполнения данного задания. Цель должна отражать, то на что направлена данная лабораторная работа. Задачи указывают на те умения и владения, которые студент должен приобрести во время выполнения лабораторной работы.

После каждой лабораторной работы должны быть контрольные вопросы, которые позволят определить знания и умения, сформированные в ходе выполнения данной работы.

Методические указания к лабораторным работам приведены в приложении. Краткие характеристики лабораторных работ приведены ниже.

#### *Лабораторная работа 1*

Тема: Исследование влияния компенсации реактивной мощности на потери мощности в линии.

Цель работы: исследование токораспределения в трехфазной линии электропередачи в нормальном режиме работы.

Задачи работы:

1. Изучить методику определения коэффициента мощности нагрузки (двигателя).
2. Определить потери напряжения и мощности в линии.
3. Исследовать влияние компенсации реактивной мощности путем установки конденсаторных батарей вблизи нагрузки на потери в линии.

Схема лабораторной установки приведена на рисунке 2.

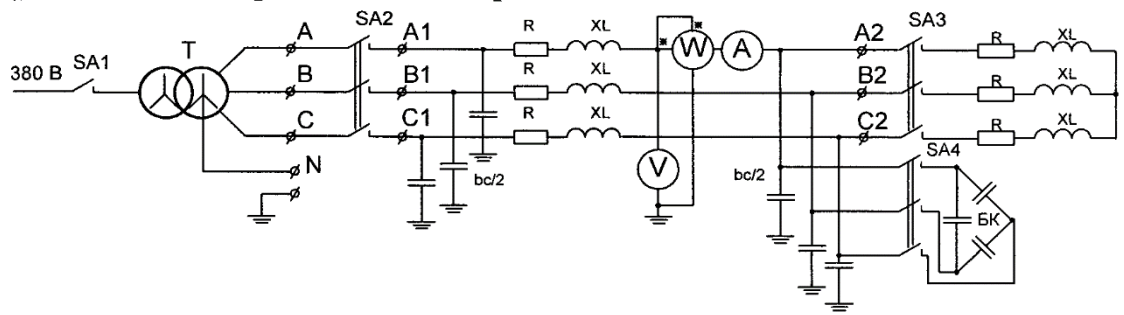


Рисунок 2 – Схема лабораторной установки

*Лабораторная работа 2*

Тема: «Методика измерения перенапряжений при дуговых замыканиях на землю».

Цель работы: обследование трехфазной сети с изолированной нейтралью на предмет выявления наиболее высоких кратностей перенапряжений на элементах при дуговых замыканиях на землю примере модели шахтной сети 6 кВ с учетом/без учета влияния параметров нагрузки.

Задача работы:

1. Совершенствование способов и последовательности измерения перенапряжений в трехфазных сетях.

Схема лабораторной установки приведена на рисунке 3.

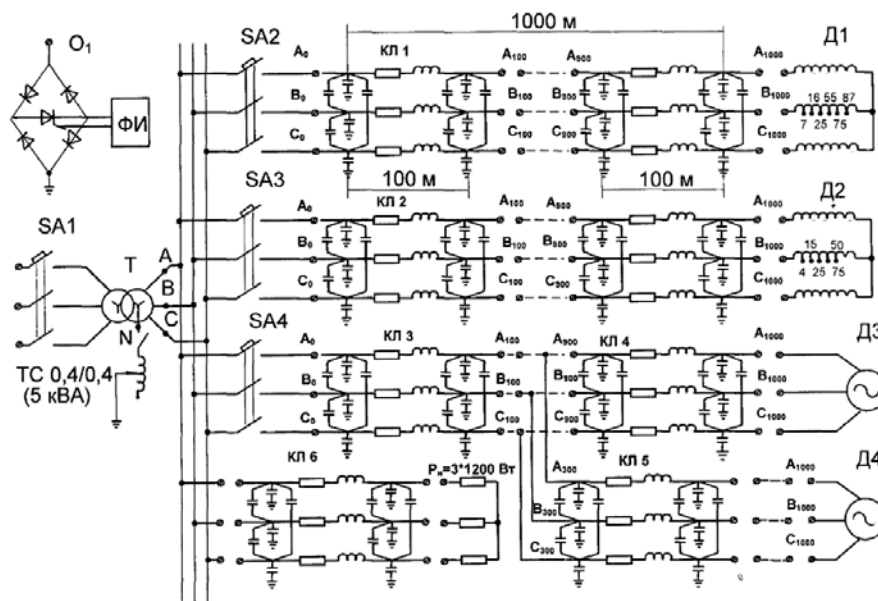


Рисунок 3 – Схема стенда для имитации дуговых однофазных замыканий на землю

### *Лабораторная работа 3*

Тема: Изучение конструкции и принципа работы масляных выключателей типа ВМП-10.

Цель работы: изучение конструкций малообъемных масляных выключателей и принципов их работы.

Задачи работы:

1. Изучить конструкцию полюса масляного выключателя ВМП-10. Составить спецификацию деталей, входящих в состав выключателя ВМП-10.
2. Сделать сравнительный анализ выкл. ВМГ-133 и ВМП-10.
3. Изучить особенности работы дугогасительных камер, используемых в малообъемных масляных выключателях.

### **2.8 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Курсовой проект – это самостоятельная работа студента, которая направлена на обобщение всех знаний, которые студент приобрел при изучении данной дисциплины. Часто студенты пишут курсовые работы по предметам, которые являются важными для данного направления.

Существует три вида курсовых работ:

- расчетно-графический;
- научно-исследовательский;
- отчетный.

Наиболее распространенный вид – это расчетно-графическая работа. В состав данной работы входит выполнение задания и решение. Выполнение работы может осуществляться в разные сроки, в зависимости от сложности. Курсовая работа направлена на закрепление и применение знаний и умений, полученных при изучении дисциплины.

Самый сложный вид курсовой работы – это научно-исследовательский.

В данной работе студент применяет полученные знания и производит исследование по теме работы. В данной работе студент проявляет инициативу, индивидуальность, нестандартность мышления.

Более простой вид – отчетная. Данная работа не требует приложения каких-либо значительных усилий при выполнении работы.

Курсовая работа состоит из двух частей:

- теоретической;
- практической.

Теоретическая часть представляет собой изложение материала, которое сложилось в науке по данному вопросу. Практическая часть содержит анализ и решение проблемы на примере конкретной ситуации.

Курсовая работа обязательно должна содержать:

- введение;
- теоретический раздел;
- практический раздел;
- заключение;
- список литературы;
- приложения (по необходимости).

В методическом пособии к курсовому проектированию приведены основные методики расчета установившихся режимов и проектирование новых сетевых районов по дисциплине «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и промышленных предприятий».

Цель курсового проекта – заключается в понимании и усвоении принципов проектирования сетей электрических систем, методов расчета и анализа их установившихся режимов.

Перед выполнением курсового проекта следует тщательно изучить основные разделы общей теории расчета установившихся режимов, принципы проектирования электрических сетей.

Задание на курсовой проект студенты выполняют по вариантам. Вариант определяется по последним цифрам зачетной книжки или по списку студентов в журнале (зависит от преподавателя).

При выполнении задания на курсовое проектирование студентам надо будет провести электрический расчет линии. Разработать варианты развития сети с выбором номинального напряжения, трассы и числа цепей линий электропередачи. Произвести сравнение двух вариантов и выбрать лучший вариант по экономическим критериям с учетом заданных технических требований.

Оформление курсового проекта так же приведено в методическом пособии. При выполнении работы студент обязательно должен правильно оформить готовую работу, это покажет, на сколько студент компетентен в данной области.

Задания и темы курсовых работ, методические рекомендации по выполнению, вопросы для подготовки к экзамену предоставлены в приложении.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе по теме «Разработка учебно-методического комплекса по дисциплине «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и промышленных предприятий»» была проанализирована учебно-методическая документация. В ВКР были проанализированы федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника профиля подготовки «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений», рабочая программа дисциплины «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и промышленных предприятий» и учебный план данной дисциплины. Так же были изучены и проанализированы особенности обучения по дисциплине профессионального цикла, понятие и компонентный состав учебно-методического комплекса.

Структура учебно-методического комплекса дисциплины содержит: извлечение из ФГОС, примерную учебную программу дисциплины, рабочую программу, учебные издания, методические указания, учебные и учебно-методические средства дистанционного обучения, практические задания по проверке знаний студентов, вопросы к экзамену.

В ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы цели и задачи были достигнуты. Проведен анализ учебной литературы, сформулирован перечень вопросов, выносимых на экзамен, разработан курсовой проект, разработаны практические задания и методические указания для проведения лабораторных работ.

Практическая значимость исследования заключается в том, что разработанный учебно-методический комплекс может быть внедрен в процесс обучения по дисциплине «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и промышленных предприятий» направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника профиля



подготовки «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений».

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анчарова Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений: Учебник. Гриф МО РФ. - Москва: Форум. 2016. – 385 с.
2. Афонин А.М. / Энергосберегающие технологии в промышленности. Учебное пособие. Гриф МО РФ. – Москва: Форум. 2015. – 217 с.
3. Бунич Я.М., Глазков А.Н. Электрооборудование промышленных предприятий часть 2. Учебник для техникумов – 2-е издание, перераб. и доп. – Москва: Стройиздат, 2011. – 391 с.
4. Быстрицкий Г.Ф. / Общая энергетика. Учебник. - Москва: Кнорус. 2016. – 407 с.
5. Герасименко А.А., Федин В.Т. Передача и распределение электрической энергии; учебное пособие – Ростов-на-Дону: Издательство «Кнорус», 2014. – 648 с.
6. Герасименко А.А. / Передача и распределение электрической энергии (для бакалавров). – Москва: Кнорус. 2014. – 156 с.
7. Зименков М.Г., Розенберга Г.В. , Феськова Е.М.. Справочник по наладке электрооборудования промышленных предприятий. Третье издание, переработанное и дополненное. Москва: Издательство Энергоатомиздат, 2013- 112 с.
8. Карапетян И.Г., Файбисович Д.Л., Шапиро И.М. Справочник по проектированию электрических сетей. 4-е издание. ЭНАС, 2012. – 349 с.
9. Киреева Э.А. Полный справочник по электрооборудованию и электротехнике (с примерами расчетов); с общ. Ред. С.Н. Шерстнева. – 2-е издание – Москва: КноРус, 2013. – 861 с.
10. Ковалев Ю.З. Электрооборудование промышленности. Полупроводниковые силовые преобразователи энергии – Омск: Издательство ОмГТУ, 2011. – 164 с.

11. Кудрин Б.И. / Электроснабжение. Учебник для студентов учреждений ВПО. - Москва: Академия. 2013.– 305с.
12. Кужеков С.Л. Практическое пособие по электрическим сетям и электрооборудованию – Ростов-на-Дону: издательство «Феникс», 2012. – 492 с.
13. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: Учебник для учащихся техникумов. -3-е издание, пераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 2011. – 376 с.
14. Неклепаев Б.В. / Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург. 2014.– 187с.
15. Приказ Минобрнауки РФ от 3.09.2015 №955 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) (Зарегистрировано в Минюсте РФ 25.09.15 №39014).
16. Рабочая программа учебной дисциплины «Электрооборудование источников энергии, электрических сетей и промышленных предприятий». Екатеринбург: ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2015. – 15 с.
17. Сибикин М.Ю., Сибикин Ю.Д. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок. Гриф Экспертного совета по проф. Образованию МО РФ. 3-е издание, Москва: Радиософт, 2013. – 234 с.
18. Сивков А.А., Сайгаш А.С., Герасимов Д.Ю. / Основы электроснабжения. - Москва: Юрайт. 2016. – 173 с.
19. Соколова Е.М. Электрическое и электромеханическое оборудование. Общепромышленные механизмы и бытовая техника: учебное пособие – 8-е издание – Москва: Академия, 2013. – 223 с.

20. Федоров А.А., Сербиновский Г.В. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий: Электрооборудование и автоматизация. 2011. Москва: Энергоиздат —624 с.

21. Фролов Ю.М., Шелякин В.П. / Основы электроснабжения. Учебное пособие, 1-е изд. - Москва: Лань. 2013.– 194с.

22. Шабад В.К. / Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах. - Москва: Академия. 2013.– 232с.

23. Шеховцов В.П. / Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению - Москва: Форум. 2011. – 137 с.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

Учебно-методический комплекс дисциплины «Электрооборудование источников питания, электрических сетей и промышленных предприятий» расположен на CD-диске.