

Министерство образования и науки Российской Федерации
Южно-Российский государственный политехнический университет
(НПИ) имени М.И. Платова

Каменский институт (филиал) ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова

Техника высоких напряжений

Методические указания к лабораторным, практическим работам,
самостоятельной подготовке

1

Каменск-Шахтинский

2015

УДК 621.311(076.5)

Рецензент: кандидат физико-математических наук Овчинников Олег Станиславович.

Печатается по решению кафедры техники и технологии
протокол № 3 от 06.10.2015г.

Хапёрская Ирина Михайловна

Техника высоких напряжений. Методические указания к лабораторным, практическим работам, самостоятельной подготовке / Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, 2015.– 21 с.

В пособии приводятся указания к лабораторным и практическим работам, структура и содержание лабораторных и практических работ, методические указания к самостоятельной работе студентов.

Методические указания предназначены для студентов следующих направлений подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

УДК 621.311(076.5)

© Южно-Российский государственный
политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова, 2015

СОДЕРЖАНИЕ:

	стр
Методические указания к лабораторным работам	4
Методические указания к практическим работам	13
Методические указания к самостоятельной работе	18
Литература	20

Методические указания к лабораторным работам.

Лабораторная работа №1.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Цель работы: 1. Выяснение причин неравномерного распределения напряжения по элементам изоляционных конструкций.

2. Определение распределения напряжения по гирлянде подвесных изоляторов.

3. Изучение влияния защитной арматуры на характер распределения напряжения вдоль гирлянды.

4. Ознакомление с методикой поиска дефектных изоляторов в гирлянде.

Задание на лабораторную работу:

1. Изучить методы регулирования электрических полей во внешней и внутренней изоляции.

2. Ознакомиться с методикой выявления дефектных элементов в гирляндах и колонках изоляторов.

3. Подготовить таблицы для записи результатов измерений.

Требование к отчету:

1. Название и цель работы.

2. Схема установки и параметры основного оборудования.

3. Результаты испытаний в виде таблиц и графиков.

4. Расчет $U_{изк}$ в % для одного изолятора в каждом варианте.

5. Значение коэффициентов неравномерности для всех вариантов.

6. Анализ результатов и выводы по работе.

Контрольные вопросы:

1. Объяснить причины неравномерности распределения напряжения в изоляционных конструкциях.

2. В чем проявляется отрицательное действие неравномерного распределения напряжения?

Лабораторная работа №2.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ВОЗДУШНЫХ ПРОМЕЖУТКОВ В РЕЗКО НЕОДНОРОДНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Цель работы:

1. Изучение особенностей развития разряда в неоднородных

полях.

2. Исследование влияния полярности электродов на разрядные напряжения в резко неоднородном электрическом поле воздушного промежутка.

3. Исследование влияния барьера на электрическую прочность воздушного промежутка.

4. Экспериментальное определение оптимального расположения барьера.

5. Расчет напряженности электрического поля для разных конфигураций электродов с применением ЭВМ*.

Задание на лабораторную работу:

1. Теоретически изучить влияние объемного заряда на распределение электрической напряженности в резко неоднородном поле при различной полярности электродов.

2. Уяснить физические процессы, происходящие при развитии разряда в неоднородном поле.

3. Ознакомиться со способами изменения электрической прочности воздушных промежутков (влияние экранов и барьеров).

Требование к отчету:

1. Схема испытательной установки.

2. Результаты испытаний в виде таблиц и графиков.

3. Выводы по результатам работы и заключение о наиболее выгодном расположении барьера для данных электродов.

4. Расчет напряженности электрического поля для электродов острие-плоскость по программе.*

Контрольные вопросы:

1. Объяснить механизм развития разряда в неоднородном несимметричном поле при различной полярности электродов.

2. Объяснить влияние барьера на разрядные напряжения промежутка при различной полярности электродов.

3. Имеет ли смысл ставить барьеры в электроизоляционных конструкциях, работающих на переменных напряжениях?

4. Приведите примеры использования барьеров в электротехнических конструкциях.

5. Приведите пример расчета напряженности электрического поля в сферическом конденсаторе, одножильном кабеле (токопроводе).

Лабораторная работа №3.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОБОЯ

Цель работы: 1. Ознакомление с основными статистическими закономерностями пробоя при испытании образцов газовой и жидкой изоляции.

2. Изучение статистических методов обработки и анализа экспериментальных данных при испытании изоляции.

3. Расчет параметров и построение дифференциальных и интегральных кривых распределения вероятностей пробоя.

Задание на лабораторную работу:

1. Изучить теоретические предпосылки и основные закономерности, обуславливающие разброс пробивных напряжений при испытаниях образцов и конструкций газовой, жидкой и твердой изоляции.

2. Ознакомиться с методами обработки экспериментальных данных: построение гистограмм дифференциального и интегрального распределений, оценкой параметров математических распределений (нормального распределения Вейбулла).

3. Ознакомиться с методами обработки статистических данных, оценкой параметров и построением распределений по программе ЭВМ

Требование к отчету:

1. Цель работы и методика ее проведения.

2. Схема испытательной установки и параметров основного оборудования

3. Результаты испытаний и расчетов в виде таблиц и графиков.

4. Расчетные формулы и примеры расчета основных величин (U_p и su_r).

5. Основные результаты, полученные по программе ЭВМ.

6. Выводы по работе.

Контрольные вопросы:

1. Чем определяется разброс пробивных напряжений образцов изоляции?

2. Почему разброс пробивных напряжений жидкой изоляции больше, чем воздушной?

3. Является ли исчерпывающей характеристикой изоляционных возможностей конструкции величина U ?

4. Поясните смысл основных параметров нормального распределения (a , U).

5. Почему нормальное распределение Гаусса удовлетворительно

аппроксимирует экспериментальную кривую $P(U_p = U)$ в пределах $U_p \pm 3a$?

6. Часто очень важной величиной для оценки изоляции является величина $U_{p, min}$. Почему?

7. Определите необходимый объем испытаний для оценки U и a при заданной величине погрешности.

Лабораторная работа №4. **ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В ОБМОТКАХ** **ТРАНСФОРМАТОРА**

Цель работы: а) ознакомиться со схемой и работой анализатора переходных процессов;

б) изучить методы определения перенапряжений в главной и продольной изоляции обмотки трансформатора при воздействии на обмотку грозовых импульсов.

Задание на лабораторную работу:

1. Изучить распределение напряжения в главной и продольной изоляции силового трансформатора при падении на обмотку прямоугольной волны в начальный момент в установившемся и переходном режиме.

2. Выяснить величины и локализацию максимальных потенциалов и максимальных напряженностей в зависимости от режима нейтрали.

3. Изучить методы снижения потенциалов и напряженностей при конструировании трансформатора (применение экранов, переплетенных обмоток) и при эксплуатации трансформатора (способы снижения крутизны грозового импульса, использование вентильных разрядников и ОПН).

Требование к отчету:

1. Наименование, краткое описание цели и сущности работы.

2. Схему испытательной установки с указанием технических характеристик оборудования и приборов.

3. Результаты в виде таблиц и графиков.

4. Характерные осциллограммы.

5. Краткие выводы по работе.

Контрольные вопросы:

1. Нарисуйте схему замещения обмотки трансформатора в момент падения на обмотку прямоугольной волны, в установившемся режиме и в переходном режиме.

2. Что такое огибающие максимальных потенциалов?

3. На каком участке обмотки возможны максимальные напряжения в переходном режиме для случая: а) с заземленной нейтралью; б) с изолированной нейтралью?

4. Как оценить величину напряженности в продольной изоляции, если известна кривая распределения напряжения вдоль обмотки?

5. В какой части обмотки наблюдаются наибольшие напряжения на продольной изоляции?

6. Какие вы знаете способы выравнивания распределения напряжения вдоль обмотки?

7. Как работает схема анализатора переходных процессов? Назначение ее отдельных элементов.

8. Как находится первоначальное и установившееся распределение напряжения вдоль обмотки с помощью осциллограмм, полученных при работе анализатора переходных процессов?

9. Как влияет на максимальное напряжение в главной изоляции и максимальные градиенты в продольной изоляции крутизна фронта падающей на обмотку волны?

Лабораторная работа №5.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН ЗАЩИТЫ СТЕРЖНЕВЫХ И ТРОСОВЫХ МОЛНИЕОТВОДОВ

Цель работы: 1. Ознакомление с назначением, принципом действия и конструкцией разрядников и ограничителей перенапряжений (ОПН).

2. Изучение особенностей работы и применения основных типов трубчатых и вентильных разрядников и ОПН.

3. Расчет характеристик и защитного действия разрядников с использованием ЭВМ.

Задание на лабораторную работу:

1. Изучить теоретические основы применения, конструирования и работы основных защитных разрядников и ОПН.

2. Ознакомиться с методиками выбора типа и места установки разрядников и ОПН для защиты ВЛ и подстанций.

3. Изучить защитное действие разрядника и графоаналитические методы расчета перенапряжения при падении на подстанции волн произвольной формы.

Требование к отчету:

1. Эскиз вентильного разрядника (РВС-6 или РВС-15) с указанием основных размеров.

2. Эскиз трубчатых разрядников (РТВ, РТФ). На эскизах должно быть показано внутреннее устройство разрядников.

3. Эскиз и описание искровых промежутков разрядников типа РВС и РВМ.

4. Описание варисторов вентильных разрядников.

5. Эскиз и описание ОПН (по указанию преподавателя).

6. Построить вольтамперную характеристику разрядника РВС-6, если известно, что $a=0,22$ и $U_p=30000\text{В}$ при токе $I_p=5000\text{А}$, считая, что напряжение на разряднике изменяется по закону $U_p = C I_p^a$.

7. Выполнить расчет $U_p = f(I_p)$ и $U_{опн} = f(I_{опн})$ для вентильных разрядников разных типов и ОПН с использованием программы ЭВМ (по указанию преподавателя).

8. Выполнить расчет перенапряжения на подстанции по программе (выполняется расчет по отдельной инструкции).

Контрольные вопросы:

1. Нарисуйте схему замещения обмотки трансформатора в момент падения на обмотку прямоугольной волны, в установившемся режиме и в переходном режиме.

2. Что такое огибающие максимальных потенциалов?

3. На каком участке обмотки возможны максимальные напряжения в переходном режиме для случая: а) с заземленной нейтралью; б) с изолированной нейтралью?

4. Как оценить величину напряженности в продольной изоляции, если известна кривая распределения напряжения вдоль обмотки?

5. В какой части обмотки наблюдаются наибольшие напряжения на продольной изоляции?

6. Какие вы знаете способы выравнивания распределения напряжения вдоль обмотки?

7. Как работает схема анализатора переходных процессов? Назначение ее отдельных элементов.

8. Как находится первоначальное и установившееся распределение напряжения вдоль обмотки с помощью осциллограмм, полученных при работе анализатора переходных процессов?

9. Как влияет на максимальное напряжение в главной изоляции и максимальные градиенты в продольной изоляции крутизна фронта падающей на обмотку волны?

Лабораторная работа №6.
ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ КАСКАДНОГО
ВЫПРЯМИТЕЛЯ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Цель работы: 1. Изучение устройства и принципа действия каскадного выпрямителя высокого напряжения;
2. Определение изменений потенциалов различных точек схемы трехкаскадного выпрямителя в установившемся режиме при холостом ходе;
3. Снятие зависимостей выходного напряжения и пульсаций напряжения от тока нагрузки и числа ступеней выпрямителя.

Задание на лабораторную работу:

1. Изучить схемы выпрямления напряжения и их основные характеристики и параметры.

2. Изучить методы умножения высоких постоянных напряжений.

Требование к отчету:

1. Цель работы и методика ее выполнения.
2. Схема установки.
3. Паспортные данные оборудования и приборов.
4. Результаты измерений в виде графиков и таблиц.
5. Пример расчета выходного напряжения и напряжения пульсаций для одного тока нагрузки.
6. Краткий анализ полученных результатов и выводы.

Контрольные вопросы:

1. Принцип работы однофазного выпрямителя на емкостную нагрузку. Соотношение напряжений на элементах схемы.
2. Схема и принцип работы одной ступени каскадного выпрямителя в процессе зарядки.
3. Принцип умножения напряжения с помощью многоступенчатой схемы выпрямителя.
4. Достоинства и недостатки многоступенчатых каскадных выпрямителей.
5. Проанализировать работу одной ступени выпрямителя при питании прямоугольными импульсами чередующейся полярности.

Лабораторная работа №7

ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ (ГИН)

Цель работы: а) ознакомиться со способами получения грозовых импульсов, устройством и работой ГИН 750 кВ;

б) изучить методы регулирования параметров грозового импульса и методы их измерения;

в) произвести измерение амплитуды грозового импульса с помощью измерительных шаров диаметром 50 см;

г) ознакомиться с методами регистрации формы грозового импульса с помощью электронного осциллографа;

д) исследовать влияние параметров схемы ГИН на форму грозового импульса (величину амплитуды, время ее достижения и др.) с помощью компьютерной программы GIN.

Задание на лабораторную работу:

1. Изучить основные вопросы по проектированию и эксплуатации ГИН.

2. Изучить существующие схемы ГИН, назначение и выбор их элементов.

3. Исследовать форму и регулирование грозового импульса при различных параметрах элементов ГИН.

Требование к отчету:

1. Краткое описание цели и сущности работы.

2. Схема ГИН-750 кВ с указанием основных параметров элементов ГИНа.

3. Схема управления измерительными шарами диаметром 50 см.

4. Основные рассчитанные параметры ГИНа и результаты измерений амплитуды импульса.

5. Результаты регистрации формы импульса, полученные с помощью импульсного электронного осциллографа.

6. Результаты исследования формы импульса, полученные на компьютере

Контрольные вопросы:

1. Назначение и принцип работы ГИН.

2. Основные элементы ГИН и их влияние на форму и параметры импульса.

3. Способы регулирования режима работы ГИН для измерения амплитуды импульсов и частоты их следования.

4. Методы измерения импульсных напряжений: амплитуды апе-

риодического импульса, длины фронта и длины импульса.

5. Блок-схема осциллографа для регистрации однократных кратковременных импульсов высокого напряжения.

Лабораторная работа №8. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН ЗАЩИТЫ СТЕРЖНЕВЫХ И ТРОСОВЫХ МОЛНИЕОТВОДОВ**

Цель работы: а) изучить расчетные методы определения зон защиты стержневых и тросовых молниеотводов;

б) ознакомится с экспериментальными методами исследования защитных зон молниеотводов с использованием ГИН;

в) определить экспериментально и сравнить с расчетными зоны защиты стержневых и тросовых молниеотводов;

г) провести визуальное исследование зон защиты стержневых и тросовых молниеотводов по компьютерной программе

Задание на лабораторную работу:

1. Изучить защитные характеристики стержневых молниеотводов, методы расчета зон защиты одиночных и комбинированных молниеотводов.

2. Ознакомиться с компьютерной программой

Требование к отчету:

1. Краткое описание цели и содержание работы.

2. Основные соотношения для расчета зон защиты стержневых и тросовых молниеотводов, примеры расчета и графики рассчитанных зон защиты.

3. Блок-схему испытательной установки, масштабы моделирования и размеры моделей объектов защиты и молниеотводов.

4. Результаты опытной проверки эффективности защитного действия стержневых и тросовых молниеотводов.

5. Краткие выводы по работе.

Контрольные вопросы:

1. Объясните, с чем связано защитное действие стержневых и тросовых молниеотводов.

2. С какой высоты молния начинает ориентироваться на молниеотвод?

3. Что такое защитная зона молниеотвода?

4. Почему защитная зона ограничивается поверхностью, которая определяется с некоторой вероятностью?

Общие рекомендации по проведению и подготовке к практическим занятиям

Практические занятия относятся к основным видам учебных занятий наряду с лекцией, лабораторной работой, контрольной работой, консультацией, самостоятельной работой, производственной (профессиональной) практикой, курсовым проектированием, выполнением дипломного проекта (работы). Выполнение студентами, практических заданий направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных практических знаний по конкретным темам дисциплин различных циклов;
- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие личностных качеств, направленных на устойчивое стремление к самосовершенствованию: самопознанию, самоконтролю, самооценке, саморазвитию и саморегуляции;
- развитие интеллектуальных умений у будущих бакалавров;
- выработку таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические занятия - одна из форм учебного занятия, направленная на развитие самостоятельности учащихся и приобретение компетенций. Данные учебные занятия углубляют, расширяют, детализируют полученные на лекции знания. Практическое занятие предполагает выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателей одной или нескольких практических работ. Для практических занятий основными задачами являются следующие:

- обучение студентов практическим приемам и методам анализа теоретических положений и концепций учебной дисциплины;
- приобретение студентами умений и навыков использования современных теоретических и научно-технических методов в решении конкретных практических задач;
- развитие творческого профессионального мышления, профессиональной и познавательной мотивации;
- использование профессиональных знаний в учебных условиях – овладение терминологией дисциплины «Релейная защита систем

электроснабжения» навыками оперирования формулировками, понятиями, определениями, умениями и навыками постановки и решения интеллектуальных проблем и задач;

- повторение и закрепление знаний;
- развитие научного мышления, речи, общения с аудиторией и т.д.;
- организации оперативной обратной связи руководителя занятия и студентов.

Для достижения поставленных целей и решения требуемого перечня задач практические занятия могут проводиться традиционными технологиями или с использованием новых образовательных технологий. В традиционных технологиях на практических занятиях проводятся последовательное решение задач или выполнение упражнений с применением ранее изученного теоретического материала. В новых образовательных технологиях доминируют игровые процедуры, используются принципы моделирования, предусматривается интенсивное межличностное общение, реализуются принципы партнёрства, педагог превращается из информатора в менеджера. Использование новых образовательных технологий заключается в организации следующих мероприятий: деловых игр; ролевых игр; конкретных ситуаций. Главным содержанием практического занятия является практическая работа каждого студента. На каждое практическое занятие разрабатывается специальное задание студентам, призванное обеспечить методическое сопровождение их работы в ходе занятия. Содержание этого задания определяется кафедрой. Практическое занятие состоит из трех основных частей. Во вступительной части проводится проверка готовности студентов к занятию и инструктаж по технике безопасности (при необходимости), распределение студентов по учебным точкам и определение последовательности работы на них. В основной части занятия студенты выполняют задание, а контроль его исполнения (полнота и качество) и помощь осуществляет руководитель занятия. В заключительной части руководитель занятия подводит итоги занятия, дает задание на самостоятельную работу группе и отдельным студентам. Материал, выносимый на практические занятия и семинары должен:

- содержать современные достижения науки и техники в области изучаемой дисциплины;

- быть максимально приближен к реальной профессиональной деятельности выпускника;
- опираться на знания и умения уже сформированные у студентов на предшествующих занятиях по данной или обеспечивающей дисциплине, поддерживать связь теоретического и практического обучения;
- стимулировать интерес к изучению дисциплины;
- опираться на организованную самостоятельную работу студентов.

При подготовке к практическим занятиям необходимо опираться на те знания, которые получены на лекциях и в ходе проведения самостоятельных занятий. Если студенты обнаружат пробел в своих знаниях при подготовке либо проведении практических занятий, то они должны восполнить его путем повторного обращения к тексту нормативных актов, конспектам лекций, литературе. Перед началом практического занятия преподаватель проверяет наличие у студентов конспектов лекций, письменных решений заданий предыдущих занятий. Студенты, не подготовившиеся к практическому занятию (в том числе и по уважительным причинам), а также отсутствующие на занятиях, отчитываются перед преподавателем о выполнении задания во внеурочное время. В ходе практического занятия студент зачитывает либо своими словами рассказывает содержание задания, дает мотивированное его решение, т.е. излагает свой ответ на поставленные в задании вопросы. От студентов требуется, чтобы они, на основе подготовленных во время самостоятельной работы письменных решений, давали развернутые ответы, на поставленные в задании вопросы. После выступления студента по конкретной задаче ему могут быть заданы вопросы, как преподавателем, так и другими студентами. Затем остальные студенты могут высказать свое мнение по рассматриваемой задаче и предложенному решению, т.е. организуется активное обсуждение, дискуссия. Итоги дискуссии по решению задачи подводятся преподавателем. Он же дает оценку выступающим студентам по решению задачи, высказанным мнениям и их обоснованности.

Методические указания к самостоятельной работе

Самостоятельная работа студентов организуется на основе целей и задач программы курса «Техника высоких напряжений». Во вводной лекции преподаватель доводит до студентов содержание программы курса, указывает, что должны знать и уметь выпускники института (филиала) по данной дисциплине, приводит основную и дополнительную литературу для самостоятельной работы по курсу. Кроме того, преподаватель обращает внимание студентов на изучение литературы при проведении всех видов занятий, указывая авторов, наименование, издательство и год издания источников, которые необходимо изучить самостоятельно.

Успешное овладение дисциплиной «Техника высоких напряжений», предусмотренное рабочей программой, предполагает выполнение ряда рекомендаций.

1. Следует внимательно изучить материалы, характеризующие курс и определяющие целевую установку, а также рабочую программу дисциплины. Это позволит чётко представлять, во-первых, круг изучаемых проблем, во-вторых, – глубину их постижения.

2. Необходимо иметь подборку литературы, достаточную для изучения дисциплины «Техника высоких напряжений». В методических рекомендациях список основной литературы предлагается.

Необходимо использовать следующую литературу:
учебники, учебные и учебно-методические пособия;
первоисточники по «Технике высоких напряжений».

монографии, сборники научных статей, публикации в журналах, изложенных в журналах и Интернет-ресурсах, приведенных ниже, представляющие эмпирический материал.

справочная литература – энциклопедии, управленческие и экономические словари, тематические, терминологические справочники, раскрывающие категориально понятийный аппарат.

3. Основное содержание той или иной проблемы следует уяснить, изучая учебную литературу. Кроме того, работа с учебником требует постоянного уточнения сущности и содержания дисциплины, ее категорий, посредством обращения к энциклопедическим словарям.

4. Абсолютное большинство проблем рассматриваемых в «Технике высоких напряжений» носит не только теоретический, но и прикладной характер. Это предполагает наличие у студента не только знания категорий и понятий, но и умения использовать их в качестве инструментария для непосредственного анализа реальных производственных проблем.

5. Изучение дисциплины «Техника высоких напряжений» предполагает со стороны студентов систематическую работу с периодическими изданиями, особенно статьями из журналов, с целью глубокого понимания современных тенденций развития науки и накопления фактического материала.

Контроль за самостоятельной работой студентов преподаватель осуществляет на лабораторных занятиях, привлекая студентов к решению задач, а также предлагая к выполнению тесты промежуточного и итогового контроля, разработанные по нескольким вариантам.

Учитывая подготовленность того или иного студента, преподаватель может поставить перед ним задачу по более углубленному изучению проблемы и сообщению студентами результатов на занятиях, отведенных под проверку самостоятельной работы студентов по курсу.

Литература

- 1 Жаворонков М.А. Электротехника и электроника [текст]: учебное пособие. - 6-е изд., стереотип./М. А. Жаворонков, А. В. Кузин. - М.: "Академия", 2014. - 400 с. - (серия "Бакалавриат")
- 2 Гольдберг О.Д. Электромеханика [текст]: учебник / О. Д. Гольдберг, С.П. Хелемская; под ред. О.Д. Гольдберга; 2-е изд., испр. - допущено УМО по образованию. - М.: Академия, 2010. - 512 с.
- 3 Информационно-измерительная техника и электроника [текст]: учебник / Г. Г. Раннев [и др.]; под ред. Г.Г. Раннева; 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2009. - 512 с.
4. Колесников А.И. Энергоснабжение в промышленных и коммунальных предприятиях : учебное пособие (Гриф) / А. И. Колесников, М. Н. Федоров, Ю. М. Варфоломеев. - М. : ИНФРА-М, 2008. - 124с.
5. Гольдберг О.Д. Надежность электрических машин [текст]: учебник / О. Д. Гольдберг, С. П. Хелемская; под ред. О.Д. Гольдберга. - М.: Академия, 2010. - 288 с.

Учебно-методическое издание

Хапёрская Ирина Михайловна

Техника высоких напряжений

Отв. за вып. Е.Ю. Хаустова

Подписано в печать 06.10.2015г.
Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл.печ.л. 1,16 Уч.изд.л. 1,25 Заказ 50.

Южно-Российский государственный политехнический университет
(НПИ) имени М.И. Платова
346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132.
Каменский институт (филиал) ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова
347800, г. Каменск-Шахтинский, пр.Карла Маркса, 23.
E-mail: kpi_mail@mail.ru