

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**

(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Директор института магистратуры



Утверждено
Проректор
деятельности

по



ПРОГРАММА

вступительного испытания для поступающих в магистратуру
по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

образовательная программа «Электроэнергетические системы и сети»

Институт: магистратуры

Выпускающая кафедра: Электроэнергетика и автоматика

Белгород - 2025

Программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень магистратуры), утвержденного приказом Минобрнауки от 21.11.2014 г. № 1500 и содержит перечень вопросов по дисциплинам базовой части профессионального цикла подготовки бакалавров, содержащихся в задании вступительного испытания в магистратуру по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» магистерской программы «Электроэнергетические системы и сети».

Составитель: канд. техн. наук, доцент  О.И. Кирилина

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию на заседании выпускающей кафедры протокол № 1 от «03» сентября 2019 г.

Руководитель ООП магистратуры
канд. техн. наук, доцент  О.И. Кирилина

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент  А.В. Белоусов

1. СОСТАВ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН, ВКЛЮЧЕННЫХ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

- 1.1. Теоретические основы электротехники - Б1.Б.Д20;
- 1.2. Электроэнергетические системы и сети - Б1.В.Н1.Д15;
- 1.3. Электрические машины - Б1.Б.Д23.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

2.1. Теоретические основы электротехники

Линейные электрические цепи постоянного тока. Основные понятия и определения теории электрических цепей. Электрическая цепь. Топологические понятия электрических цепей. Идеальные элементы электрических цепей. Схема замещения электрической цепи. Расчетные схемы источников электрической энергии. Законы Ома, Кирхгофа, Джоуля-Ленца, Баланс мощностей. Потенциальная диаграмма. Применение законов Ома, Кирхгофа, Джоуля-Ленца при расчете электрических цепей. Метод эквивалентных преобразований. Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов. Метод двух узлов. Преобразование пассивных трехполюсников. Принцип и метод наложения. Входные и взаимные проводимости. Входное сопротивление. Теорема взаимности. Теорема компенсации. Свойство линейности соотношений. Метод эквивалентного генератора. Линия электропередачи постоянного тока. Передача энергии от активного двухполюсника к пассивному. Режимы работы линии электропередачи постоянного тока. Условие передачи максимальной мощности. Экономичная работа линии электропередачи постоянного тока.

Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока. Величины характеризующие, синусоидальный ток. Действующие и средние значения синусоидальных величин. Коэффициент амплитуды, коэффициент формы. Представление синусоидальных функций в виде временных диаграмм, тригонометрических функций, вращающихся векторов на комплексной плоскости, комплексных чисел. Векторные диаграммы. Активное сопротивление в цепи переменного синусоидального тока. Индуктивность в цепи переменного синусоидального тока. Емкость в цепи переменного синусоидального тока. Закон Ома для действующих, амплитудных значений напряжений и токов. Мощность цепи синусоидального тока. Последовательное соединение R , L , C элементов в цепях синусоидального тока. Треугольник напряжений. Треугольник сопротивлений. Параллельное соединение R , L , C элементов в цепях синусоидального тока. Треугольник токов. Треугольник проводимостей. Активная реактивная и полная мощности. Треугольник мощностей. Расчет цепей синусоидального тока с применением векторных диаграмм. Применение комплексных чисел к расчету цепей синусоидального тока (символический метод). Законы Кирхгофа и Ома в комплексной форме. Выражение мощности в

комплексной форме записи. Измерение мощности ваттметром. Коэффициент мощности и способы его повышения. Двухполюсник в цепях синусоидального тока. Резонанс напряжений и токов в простейших цепях. Резонансные явления в сложных цепях. Практическое значение резонанса. Частотные характеристики двухполюсников. Основные понятия и определения индуктивно-связанных цепей. Расчет Индуктивно-связанных цепей. Замена индуктивно-связанных цепей эквивалентными (развязывание магнитосвязанных цепей). Экспериментальное определение взаимной индуктивности. Трансформатор без ферромагнитного сердечника.

Трехфазные цепи. Понятие о трехфазных источниках питания и о многофазных цепях. Получение трехфазной системы ЭДС. Временная и векторная диаграммы трехфазной системы ЭДС. Преимущества трехфазных систем. Трехфазная цепь. Основные схемы соединения трехфазных цепей. Определения линейных и фазных величин. Понятие нейтрали. Нейтральный провод. Линейные провода. Соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами. Расчет симметричных и несимметричных трехфазных цепей, включенных по схеме соединения звезда-звезда с нейтральным проводом, звезда-звезда без нейтрального провода. Соединение нагрузки треугольником. Аварийные режимы: обрыв фаз и проводов, короткое замыкание фаз. Назначение нейтрального провода. Мгновенная, активная, реактивная и полная Мощности трехфазной системы. Измерение активной мощности в трехфазной системе. Оператор a трехфазной системы. Разложение трехфазной несимметричной системы на системы прямой, обратной и нулевой последовательностей фаз. Сопротивление фазы различных приемников токам прямой, обратной и нулевой последовательности. Расчет трехфазных цепей методом симметричных составляющих. Фильтры симметричных составляющих.

Четырехполюсники. Уравнения пассивного четырехполюсника. Холостой ход и короткое замыкание четырехполюсника. Определение коэффициентов четырехполюсника. Постоянная передачи и характеристическое сопротивление четырехполюсника. Эквивалентные схемы четырехполюсников. Управляемые (зависимые) источники напряжения и тока. Конвертор сопротивления. Цепные схемы. Активные автономные четырехполюсники.

Периодические несинусоидальные токи в линейных электрических цепях. Разложение несинусоидальных функций в ряд Фурье. Максимальные, действующие и средние значения несинусоидальных ЭДС, напряжений и токов. Коэффициенты, характеризующие форму несинусоидальных периодических кривых. Мощность цепи несинусоидального тока. Расчет цепей несинусоидального тока. Резонансные явления в электрических цепях несинусоидального тока. Особенности работы 3-х фазных цепей на гармониках, кратных трем.

Переходные процессы в линейных электрических цепях. Основные понятия и определения. Законы коммутации. Начальные условия. Методика определения начальных условий. Принужденные и свободные составляющие. Характеристическое уравнение. Свойства корней характеристического уравнения. Характер свободного процесса. Расчет переходных процессов классическим

методом. Анализ переходных процессов в RLC цепях. Операторный метод расчета переходных процессов. Расчет переходных процессов методом наложения по формулам Дюамеля.

Нелинейные цепи постоянного тока. Общая характеристика нелинейных цепей и нелинейных элементов. Вольт-амперные характеристики некоторых нелинейных элементов. Статическое и дифференциальное сопротивление нелинейного элемента. Графический метод расчета нелинейных цепей при параллельном, последовательном и смешанном соединении элементов. Метод двух узлов. Замена нескольких параллельных ветвей, содержащих нелинейные сопротивления и ЭДС, одной эквивалентной. Метод эквивалентного генератора. Замена нелинейных элементов активными линейными двухполюсниками.

Магнитные цепи с постоянными во времени магнитными потоками. Основные величины и соотношения характеризующие магнитное поле. Диамагнитные парамагнитные и ферромагнитные материалы. Основные характеристики ферромагнитных материалов. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Магнитодвижущая сила. Определение и разновидности магнитных цепей. Падение магнитного напряжения. Вебер-амперные характеристики. Построение вебер-амперных характеристик. Закон полного тока. Законы Кирхгофа для магнитных цепей. Закон Ома для магнитных цепей. Расчет неразветвленных магнитных цепей. Прямая и обратная задачи. Расчет разветвленных магнитных цепей.

Нелинейные цепи переменного тока. Нелинейные элементы и их характеристики в цепи переменного тока. Типы вольтамперных характеристик: по мгновенным значениям, по первым гармоникам, для действующих значений. Общая характеристика методов анализа и расчета нелинейных цепей переменного тока. Расчет цепей, содержащих индуктивные катушки, сердечники которых имеют почти прямоугольную кривую намагничивания. Расчет цепей, содержащих нелинейные конденсаторы с прямоугольной кулон-вольтной характеристикой. Расчет цепей с вентилями. Катушка со стальным сердечником, ее схема замещения и векторная диаграмма. Определение тока потерь, намагничивающего тока. Трансформатор со стальным сердечником. Основные соотношения, векторная диаграмма. Последовательная феррорезонансная цепь. Феррорезонанс напряжений. Параллельная феррорезонансная цепь. Феррорезонанс токов.

Электрические цепи, содержащие линии с распределенными параметрами. Основные понятия. Однородная линия. Схема замещения и дифференциальные уравнения однородной линии. Решение дифференциальных уравнений однородной линии с распределенными параметрами для установившегося синусоидального процесса. Постоянная распространения и волновое сопротивление. Определение комплексов напряжения и тока в любой точке однородной линии через токи и напряжения в начале линии (в конце линии). Падающие и отраженные волны в однородной линии. Фазовая скорость. Коэффициент отражения. Согласованная нагрузка. Определение напряжения и тока при согласованной нагрузке. КПД линии при согласованной нагрузке. Входное сопротивление согласованной линии. Линия без искажения. Линия без потерь. Определение напряжения и тока в линии без потерь. Входное

сопротивление линии без потерь в режиме холостого хода, в режиме короткого замыкания на конце линии, при реактивной нагрузке. Стоячие волны в линии без потерь. Четвертьволновый трансформатор. Бегущие, стоячие и смешанные волны в линиях без потерь. Коэффициенты бегущей и стоячей волн. Переходные процессы в цепях, содержащих линии с распределенными параметрами. Решение дифференциальных уравнений однородной линии без потерь в общем случае. Падающие и отраженные волны напряжения и тока. Электромагнитные процессы в линии при движении прямоугольной волны. Схема замещения однородной линии для исследования переходных процессов. Подключение однородной линии в режиме холостого хода к источнику постоянного напряжения. Переходный процесс при подключении источника постоянного напряжения к двум последовательно соединенным линиям при наличии реактивного элемента в месте стыка.

2.2. Электрические машины

Машины постоянного тока. Принцип действия и устройство генераторов и двигателей постоянного тока. Обратимость электрических машин. Магнитное поле машины постоянного тока при холостом ходе и при нагрузке. Основные электромагнитные соотношения. Потери и коэффициент полезного действия электрических машин. Основные характеристики двигательного, генераторного и тормозных режимов работы электрических машин. Механические характеристики двигателя постоянного тока.

Трансформаторы. Намагничивание сердечников трансформаторов. Схема замещения, основные уравнения и характеристики трансформаторов. Параллельная работа трехфазных трансформаторов. Работа трансформатора под нагрузкой. Несимметричная нагрузка трансформаторов при соединении обмоток по схеме $y/y-0$ и $y/y0-0$. Влияние несинусоидальных токов нагрузки на потери в магнитопроводе однофазных и трехфазных силовых трансформаторов. Режимы работы силовых трансформаторов в электрических сетях. Расчет потерь в силовых трансформаторах. Пути повышения эксплуатационной надежности и энергетической эффективности работы силовых трансформаторов. Переходные процессы в трансформаторах. Использование современных программных средств для исследования силовых трансформаторов

Общие вопросы теории машин переменного тока. Основные виды машин переменного тока и их устройство. Фундаментальные физические законы и принципы преобразования энергии в электрических машинах. Электродвижущие силы обмоток переменного тока. Намагничивающие силы обмоток переменного тока. Магнитные поля и индуктивные сопротивления обмоток переменного тока.

Асинхронные машины. Основы теории асинхронных машин. Вращающие

моменты и механические характеристики асинхронной машины. Круговая диаграмма асинхронной машины. Потери в электрических машинах. Асинхронные двигатели с вытеснением тока в обмотке ротора. Пуск трехфазных асинхронных двигателей и регулирование их скорости вращения. Особые виды и режимы работы многофазных асинхронных машин. Однофазные асинхронные машины.

Синхронные машины. Принцип действия и основные характеристики синхронной машины. Магнитные поля и основные параметры синхронных машин. Работа многофазных синхронных генераторов при симметричной нагрузке. Элементы теории переходных процессов синхронных машин. Параллельная работа синхронных машин. Асинхронные режимы и самовозбуждение синхронных машин. Синхронные двигатели и компенсаторы. Несимметричные режимы работы синхронных генераторов. Колебания и динамическая устойчивость синхронных машин.

2.3. Электроэнергетические системы и сети

Расчет параметров электрических сетей. Основы расчетов нормальных режимов сложных электрических сетей. Преобразование сети и исключение узлов. Расчеты однородных сетей. Учет слабой заполненности матриц. Методы эквивалентирования сети. Использование современных программных средств для расчета параметров режима электроэнергетических систем и электрических сетей

Оперативное управление в электроэнергетике. Режимы питающих электроэнергетических систем и управление качеством электроэнергии. Баланс активной и реактивной мощностей в питающих электроэнергетических системах. Мероприятия по снижению потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях. Выбор мощности и размещение компенсирующих устройств. Основы регулирования напряжения и частоты. Методы и средства регулирования напряжения и частоты.

Противоаварийное управление в энергосистемах. Переходные процессы в электроэнергетических системах. Лавина напряжения в электроэнергетической системе и средства ее предотвращения. Лавина частоты в электроэнергетической системе и способы ее предотвращения. Методы расчета и мероприятия по повышению устойчивости энергосистем. Повышение пропускной способности линий электропередачи.

Технико-экономические основы проектирования. Критерии и алгоритм выбора оптимального варианта электрической сети. Учет фактора надежности при проектировании электрических сетей.

3. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

3.1. Теоретические основы электротехники

1. Атабеков, Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2009. — 592 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/90> — Загл. с экрана.
2. Атабеков, Г.И. Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле. [Электронный ресурс] / Г.И. Атабеков, С.Д. Купалян, А.Б. Тимофеев, С.С. Хухриков. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2010. — 432 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/644> — Загл. с экрана.
3. Теоретические основы электротехники: учебник: в 3 т. / К. С. Демирчян [и др.]. - 4-е изд., доп. для самостоятельного изуч. курса. - Санкт-Петербург: ПИТЕР, 2006. - (Учебник для вузов). Т. 1. - 462 с.
4. Теоретические основы электротехники: учебник: в 3 т. / К. С. Демирчян [и др.]. - 4-е изд., доп., для самостоятельного изуч. курса. - Санкт-Петербург: ПИТЕР, 2006. - (Учебник для вузов). Т. 2. - 575 с.
5. Теоретические основы электротехники: учебник: в 3 т. / К. С. Демирчян [и др.]. - 4-е изд., доп. для самостоятельного изуч. курса. - Санкт-Петербург: ПИТЕР, 2006. - (Учебник для вузов). Т. 3. - 376 с.
6. Нейман В.Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах. Часть 1. Линейные электрические цепи постоянного тока [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Нейман В.Ю.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 116 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45172>. — ЭБС «IPRbooks»
7. Нейман В.Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах. Часть 2. Линейные электрические цепи однофазного синусоидального тока [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Нейман В.Ю.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2009. — 150 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45173>. — ЭБС «IPRbooks»
8. Нейман В.Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах. Часть 3. Четырехполюсники и трехфазные цепи [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Нейман В.Ю.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 144 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45174>. — ЭБС «IPRbooks»
9. Нейман В.Ю. Теоретические основы электротехники в примерах и задачах. Часть 4. Линейные электрические цепи несинусоидального тока [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Нейман В.Ю.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 182 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45175>. — ЭБС «IPRbooks»

3.2. Электрические машины

1. Вольдек А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы [Текст]: учебник для вузов/– СПб.: Питер, 2008. -320с.: ил. – (Учебник для вузов)
2. Копылов И. П. Электрические машины. Учебник для вузов/ И. П. Копылов. – 3-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2002. – 607 с.
3. Вольдек А. И., Попов. В. В. Электрические машины. Машины переменного тока: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2008

3.3. Электроэнергетические системы и сети

1. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: учебник для вузов. М.: «Издательский дом Альянс». 2009
2. Лыкин А.В. Электрические системы и сети [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.В. Лыкин. - М.: Логос, 2008. – 254 с. – (Новая университетская б-ка). - Библиогр.: с. 251-253
3. Управление качеством электроэнергии / И.И. Карташев, В.Н. Тульский, Р.Г. Шамонов и др.; под ред. Ю.В. Шарова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 320 с.
4. Кужеков С.Л. Практическое пособие по электрическим сетям и электрооборудованию [Текст] / С.Л. Кужеков, С.В. Гончаров. – 4-е изд., доп. и перераб. - Ростов н/Д: Феникс, 2010. – 492 с.: ил. – (Профессиональное образование). - Библиогр.: с. 480-481.
5. Железко Ю.С., Артемьев А.В., Савченко О.В. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – 280 с.: ил.
6. Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии. Ростов Н/Д, КноРус. 2014.
7. Герасименко, А. А. Электроэнергетические системы и сети. Версия 1.0 [Электронный ресурс]: конспект лекций. Красноярск, ИПК СФУ, 7 Мб. 2008.
8. Розанов Ю.К. Бурман А.П., Шакарян Ю.Г. Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем. М: Изд-во МЭИ (ТУ). 2012.