

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Сибирский федеральный университет»**



УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
д-р пед. наук, проф.
Н.В. Гафурова

ПРОГРАММА
кандидатского экзамена
по специальности 05.09.05 – Теоретическая электротехника

Красноярск – 2012

ПРОГРАММА-МИНИМУМ
кандидатского экзамена по специальности
05.09.05 «Теоретическая электротехника»
по техническим наукам

Введение

Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по энергетике, электрификации и энергетическому машиностроению при участии Московского энергетического института (технического университета).

1. Основные понятия и законы

Предмет теоретической электротехники, основные этапы развития электротехники, отечественная электротехническая школа. Характеристика задач теории электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей. Электромагнитное поле как особый вид материи, две его составляющие – электрическое поле, магнитное поле. Параметры и интегральная форма основных уравнений электромагнитного поля. Энергия, силы и механические проявления электрического и магнитного полей. Электрическое напряжение и электродвижущая сила. Электрический ток, виды электрического тока. Магнитный поток и его непрерывность. Электрические и магнитные цепи. Научные абстракции, используемые в теории электрических цепей. Линейные и нелинейные цепи, цепи с распределенными и сосредоточенными параметрами. Схемы электрических и магнитных цепей. Понятие о топологии схем электрических и магнитных цепей. Графы и топологические матрицы схем электрических и магнитных цепей. Законы электрических и магнитных цепей. Полные системы уравнений электрических и магнитных цепей. Установившиеся и переходные процессы в электрических и магнитных цепях. Анализ, синтез и диагностика как основные задачи теории электрических и магнитных цепей.

2. Теория линейных электрических цепей

Электрические и электронные цепи в системах передачи, распространения и преобразования энергии и информации. Активные и пассивные цепи. Двухполюсники и многополюсники. Управляемые источники. Индуктивно связанные элементы. Методы расчета электрических цепей при установившихся синусоидальных и постоянных токах: метод эквивалентного генератора, метод контурных токов и узловых напряжений, методы эквивалентных преобразований электрических цепей, комплексный метод. Мощности в цепях синусоидального и постоянного токов. Баланс мощностей. Численные методы решения уравнений цепей при установившихся процессах. Точные и итерационные методы. Метод Гаусса, разложение матриц на треугольные сомножители. Условие сходимости итерационных методов.

Многофазные цепи. Расчет симметричных и несимметричных режимов работы трехфазных цепей. Метод симметричных составляющих.

Многополюсники, матрицы и основные уравнения четырехполюсников. Характеристическое сопротивление и коэффициент передачи. Схемы замещения взаимных и невзаимных четырехполюсников. Соединения четырехполюсников. Особенности формирования уравнений цепей, содержащих многополюсные компоненты.

Электрические цепи при несинусоидальных периодических напряжениях и токах. Гармонический анализ периодических функций. Действующие значения мощности и токов, напряжений, электродвижущих сил. Состав высших гармоник при симметрии форм кривых напряжений и токов. Мощности в цепях с несинусои-

дальними напряжениями и токами. Резонансные явления. Частотные характеристики цепей и методы их расчета. Элементы теории фильтров. Полоса пропускания и избирательность фильтра.

Переходные процессы в линейных цепях. Анализ переходных процессов во временной и частотной областях. Использование интегралов Дюамеля, Лапласа, Фурье при расчете переходных процессов, передаточные функции цепи. Классический метод расчета. Метод переменных состояний. Расчет процессов при наличии в цепи емкостных контуров и индуктивных сечений. Проблемы и методы численного решения уравнений состояния. Понятие о жесткости уравнений состояния. Сведение задач расчета переходных процессов к расчету резистивных цепей – метод дискретных схем замещения. Машинное формирование уравнений дискретных схем на основе метода поэлементного вклада. Аналитическое решение уравнений состояния. Определение составляющих решения уравнений состояния электрических цепей – свободной, принужденной, установившейся и переходящей. Численная обработка матричных функций аналитических решений уравнений состояния.

Цифровые электрические и электронные цепи, z -преобразование, уравнения состояния в z -области, передаточные функции цифровых систем в z -области.

Синтез линейных электрических цепей. Проблемы аппроксимации и схемной реализации. Необходимые и достаточные условия схемной реализации. Фундаментальные свойства схемных функций цепей. Синтез передаточных функций четырехполюсников.

Диагностика линейных электрических цепей. Диагностика резистивных многополюсников методом узловых сопротивлений. Диагностика резистивных цепей по частям. Погрешности измерений при решении задач диагностики.

Цепи с распределенными параметрами. Уравнения длинных линий, их решение для установившихся синусоидальных колебаний. Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами.

3. Теория нелинейных электрических цепей

Установившиеся процессы в нелинейных цепях. Методы расчета нелинейных электрических и магнитных цепей при постоянных токах и напряжениях.

Нелинейные цепи переменного тока и методы их расчета. Анализ установившихся процессов в нелинейных цепях переменного тока. Формирование алгебраических уравнений нелинейных резистивных электрических цепей и численные методы их решения.

Переходные процессы в нелинейных цепях. Основные методы анализа нелинейных электрических цепей – метод возмущений, метод гармонического баланса. Частотные свойства нелинейных цепей. Фазовая плоскость. Метод переменных состояний. Численные методы решения нелинейных уравнений состояния. Методы неявного интегрирования. Дискретные модели нелинейных реактивных элементов и их применение к расчету динамических режимов.

Автоколебания. Почти гармонические колебания. Релаксационные колебания. Устойчивость. Простейшие энергетические состояния. Машинный расчет периодических и автоколебательных режимов.

4. Теория электромагнитного поля

Векторы и основные уравнения электромагнитного поля. Полная система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Граничные условия. Энергия и энергетические преобразования в электромагнитном поле. *Статические поля.* Основные уравнения статических электрического и магнитного полей.

Уравнение Пуассона и Лапласа. Метод зеркальных изображений. Емкость, емкостные и потенциальные коэффициенты. Краевые задачи и методы их решения. Метод разделения переменных. Метод интегральных уравнений. Численные методы решения краевых задач: метод сеток, метод конечных элементов. Энергия и силы в электростатическом поле.

Стационарные электрические и магнитные поля. Основные уравнения поля. Дифференциальная форма законов Ома, Ленца–Джоуля, Кирхгофа. Подобие статических и стационарных полей. Скалярный и векторный магнитные потенциалы. Потокосцепление. Собственная и взаимная индуктивности. Расчет индуктивностей. Метод участков. Особенности применения метода интегральных уравнений. Энергия и силы в магнитном поле.

Переменное электромагнитное поле в материальной среде. Уравнения переменного магнитного поля. Уравнения Максвелла в комплексной форме. Комплексные параметры среды. Теорема Умова–Пойнтинга в комплексной форме. Вектор Пойнтинга. Поверхностный эффект. Глубина проникновения. Численные методы (конечных разностей и конечных элементов) расчета переменных полей в проводящих средах. Электромагнитное поле в реальных проводниках, диэлектриках, ферромагнетиках и анизотропных средах.

Электромагнитные волны и излучение. Волновое уравнение и его решение. Гармонические волны в идеальном диэлектрике. Волны в пространстве, ограниченном проводящими границами. Волноводы и резонаторы. Типы волн.

Основная литература

- 1 Теоретические основы электротехники /К.С. Демирчан, Л.Р. Нейман, Н.В. Корovin, В.Л. Чечурин. Т. 1–4. СПб, 2002.
- 2 Нейман Л.Р., Демирчан К.С. Теоретические основы электротехники. Т. 1, 2. Л.: Энергоиздат, 1981.
- 3 Основы линейной теории электрических цепей /Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. М.: Высш. шк., 1989.
- 4 Теоретические основы электротехники /П.А. Ионкин, А.И. Даревский, Е.С. Кухаркин, В.Г. Миронов. Т. Браславский И.Я. и др. Энергосберегающий асинхронный электропривод, уч.пособие. – изд. Центр «Академия», 2004. –256 с.
- 5 Амирова С.С. Автоматизированный электропривод с асинхронными двигателями, уч.пособие. –Казан.гос.техн. ун-т Казань. 2005. –223с.
- 6 Омельченко Е.Я. Характеристики двигателей в электроприводе, уч.пособие. МГТУ, Магнитогорск, 2004. – 107 с.
- 7 Ильинский Н.Ф., Москаленко В.В. Электропривод. Ресурсосбережение. Изд-во «Академия». 2006.-215 с.
- 7 Москаленко В.В. Электрический привод. Изд-во «Академия». 2006г.-204 с.
. 1, 2. М.: Высш. шк., 1976.
- 8 Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. М.: Гардарики, 2002. Зиновьев, Г. С. Силовая преобразовательная техника / Г. С. Зиновьев. Новосибирск: изд-во НГТУ, 2002. 432с.
- 9 Ильинский Н.Ф. Основы электропривода, уч.пособие. –2-ое издание. –М.: Изд-во МЭИ, 2003. –224 с.
- 10 Онищенко Г.Б. Электрический привод, уч.пособие. –М.: РАСХН, 2003. –320 с.
- 11 Браславский И.Я. и др. Энергосберегающий асинхронный электропривод, уч.пособие. – изд. Центр «Академия», 2004. –256 с.

12. Новиков В.А. и др. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации», уч.пособие, издательский центр «Академия», 2006.- 394 с.
13. Зиновьев, Г. С. Силовая преобразовательная техника / Г. С. Зиновьев. Новосибирск: изд-во НГТУ, 2002. 432с.
14. Щрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. Екатеринбург, УРО РАН, 2000. –654 с.
15. Башарин, А. В. Управление электроприводами / А. В. Башарин, В. А. Новиков, Г. Г. Соколовский. Л.: Энергоиздат, 1982. 392 с.
16. Новиков В.А. и др. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации», уч.пособие, издательский центр «Академия», 2006. – 394 с.
17. Перельмутер, В. М. Цифровые системы управления тиристорным электроприводом / В. М. Перельмутер, А. К. Соловьев. Киев: Техника, 1983. 104 с.
18. Файнштейн, В. Г., Файнштейн Э. Г. Микропроцессорные системы управления тиристорными электроприводами / В. Г. Файнштейн, Файнштейн, Э. Г. М.: Энергоатомиздат, 1986. 240 с.
19. Гоппе Г.Г. Федорова З.А. Моделирование электроприводов на ПЭВМ, уч. пособие, Иркутск, Ирк.ГТУ, 2001.