

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ
Заместитель председателя
Приемной комиссии,
проректор по учебной работе

_____ М.В. Румянцев

ПРОГРАММА
вступительного испытания в аспирантуру
по направлению 13.06.01 Электро- и теплотехника
программа (профиль) 05.09.05 Теоретическая электротехника

Красноярск 2017

1. Основные понятия и законы

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. Топология электрических цепей. Графы и топологические матрицы. Законы электрических цепей. Установившиеся и переходные процессы в электрических цепях. Анализ, синтез и диагностика как основные задачи теории электрических цепей.

2. Теория линейных электрических цепей

Электрические и электронные цепи в системах передачи, распространения и преобразования энергии и информации. Активные и пассивные цепи. Двухполосники и многополосники. Управляемые источники. Методы расчета электрических цепей в установившемся режиме: метод эквивалентного генератора, методы узловых напряжений и контурных токов. Эквивалентные преобразования электрических цепей.

Комплексный метод расчета цепей синусоидального тока. Мощности в цепях синусоидального и постоянного токов. Баланс мощностей. Индуктивно связанные элементы. 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.

Многополосники и четырехполосники. Системы уравнений многополосников. Соединения многополосников. Характеристическое сопротивление и коэффициент передачи. Схемы замещения взаимных и невзаимных четырехполосников. Особенности формирования уравнений цепей, содержащих многополосные компоненты.

Электрические цепи при несинусоидальных периодических напряжениях и токах. Гармонический анализ периодических функций. Действующие значения мощностей, токов, напряжений, электродвижущих сил. Состав высших гармоник при симметрии форм кривых напряжений и токов. Мощности в цепях с несинусоидальными напряжениями и токами. Резонансные явления. Частотные характеристики цепей и методы их расчета. Элементы теории фильтров. Основные типы фильтров. Полоса пропускания и избирательность.

Переходные процессы в линейных цепях. Уравнения состояния электрических цепей. Анализ переходных процессов во временной и частотной

областях. Использование интегралов Дюамеля, Лапласа, Фурье при расчете переходных процессов, передаточные функции цепи. Методы численного решения уравнений состояния. Понятие о жестких уравнениях состояния. Сведение задач расчета переходных процессов к расчету резистивных цепей - метод дискретных схем замещения. Аналитическое решение уравнений состояния.

Цифровые и дискретные цепи, Z-преобразование, уравнения состояния в Z-области, передаточные функции дискретных и цифровых систем в Z-области. Методы анализа цифровых цепей.

Синтез линейных электрических цепей. Проблемы аппроксимации и схемной реализации. Необходимые и достаточные условия физической реализуемости. Фундаментальные свойства функций цепей. Синтез передаточных функций четырехполюсников. Синтез аналоговых активных цепей.

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 состояния. Численные методы решения уравнений состояния. Дискретные модели реактивных элементов и их применение к расчету динамических режимов.

Автоколебания. Почти гармонические колебания. Релаксационные колебания. Условия возникновения гармонических и релаксационных колебаний. 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. Теорема Умова-Пойнтинга.

Статические поля. Основные уравнения статического 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.

Список рекомендованных источников

1. Теоретические основы электротехники / К. С. Демирчян, Л. Р. Нейман, Н.В. Коровкин, В. Л. Чечурин. Т. 1-3. – СПб, 2002.
2. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. – М.: Гардарики, 2002.
3. Теоретические основы электротехники /К.С. Демирчян, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровин, В.Л. Чечурин. Т. 1-4. – СПб, 2002.
4. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. Т. 1,2. – Л.: Энергоиз-дат, 1981.
5. Бычков Ю. А., Золотницкий В. М., Чернышев Э. П., Белянин А. Н. Основы теоретической электротехники: учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. - 592 с.
6. Атабеков Г. И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи: Учебное пособие. 6-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. - 592 с.
7. Основы линейной теории электрических цепей /Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. – М.: Высш. шк., 1989.
8. Теоретические основы электротехники /П.А. Ионкин, А.И. Дарев-

ский, Е.С. Кухаркин, В.Г. Миронов. Т. Браславский И.Я. и др. Энергосберегающий асинхронный электропривод, уч. пособие. – Изд. Центр «Академия», 2004. - 256 с.

9. Красовский, А.А. Основы автоматики и технической кибернетики / А.А. Красовский, Г.С. Поспелов. – М. – Л.: Госэнергоиздат, 1962. 600 с.

10. Цыпкин, Я.З. Теория линейных импульсных систем / Я.З. Цыпкин. – М.: Физматгиз, 1963. - 968 с.

11. Ту, Ю. Ту. Современная теория управления / Ю. Ту Ту. – М.: Машиностроение, 1971. - 472 с.

12. Куо, Б. Теория и проектирование цифровых систем управления / Б. Куо. М.: Машиностроение, 1986. - 448 с.

13. Зиновьев, Г.С. Силовая преобразовательная техника / Г.С. Зиновьев. – Новосибирск: изд-во НГТУ, 2002. - 432 с.

14. Ильинский Н.Ф. Основы электропривода, уч. пособие. - 2-ое издание. – М.: Изд-во МЭИ, 2003. - 224 с.

15. Онищенко Г.Б. Электрический привод, уч. пособие. – М.: РАСХН, 2003. - 320 с.

16. Браславский И.Я. и др. Энергосберегающий асинхронный электропривод, уч. пособие. - изд. Центр «Академия», 2004. - 256 с.

17. Амирова С.С. Автоматизированный электропривод с асинхронными двигателями, уч. пособие. Казан. гос. техн. ун-т. – Казань. 2005. - 223 с.

18. Омельченко Е.Я. Характеристики двигателей в электроприводе, уч. пособие. МГТУ. – Магнитогорск, 2004. - 107 с.

19. Ильинский Н.Ф., Москаленко В.В. Электропривод. Ресурсосбережение. Изд-во «Академия». 2006. - 215 с.

20. Москаленко В. В. Электрический привод. Изд-во «Академия». 2006 г. - 204 с.

Составитель программы:

Н.В. Сергеев, канд. техн. наук, доцент.

Программа соответствует паспорту номенклатуры специальностей научных работников.