

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (специальность) 05.09.05 Теоретическая электротехника

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины по выбору

«Математическое моделирование цепей и электродинамических систем»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.2

Всего: 108 часов

Семестр 1, в том числе

6 часов – контактная работа,
84 часов – самостоятельная работа,
18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника, утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 878, и паспорта специальности 05.09.05 Теоретическая электротехника, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение методов математического моделирования цепей и электродинамических систем.

Задачами дисциплины являются:

- изучение методов математического моделирования линейных и нелинейных электрических цепей в установившемся и переходном режимах;
- ознакомление с методами математического моделирования электродинамических систем;
- изучение физических основ моделирования электромагнитных полей в линейных и нелинейных материальных средах.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);

- владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);

- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);

- способность проведения исследований по проблемам анализа, синтеза и диагностики электрических и магнитных цепей и полей в стационарных и нестационарных режимах (ПК-1);

- способность проведения исследований электрофизических и электромагнитных явлений и процессов в различных средах для нужд электронной, приборостроительной, электротехнической промышленности, средств вычислительной техники и связи (ПК-2);

- готовность проведения экспериментальных и расчетных исследований электрических, электронных и магнитных цепей (ПК-3);

- способность разрабатывать методы анализа, синтеза, оптимизации и диагностики электромагнитных полей и электрических цепей (ПК-4).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);

уметь:

- осуществлять критический анализ и оценку современных научных достижений (УК-1);

- проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные (УК-2);

- использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);

- проводить исследования электрофизических и электромагнитных явлений и процессов в различных средах для нужд электронной,

приборостроительной, электротехнической промышленности, средств вычислительной техники и связи (ПК-2);

- разрабатывать методы анализа, синтеза, оптимизации и диагностики электромагнитных полей и электрических цепей (ПК-4);

владеть:

- методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);

- навыками работы с профессиональным программным обеспечением, реализующим численные методы расчета электромагнитных полей (ПК-2);

- навыками проведения экспериментальных и расчетных исследований электрических, электронных и магнитных цепей (ПК-3).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Математическое моделирование линейных электрических цепей в установившемся режиме

Моделирование резистивных цепей. Формирование уравнений, машинная технология формирования уравнений. Численные методы обработки уравнений электрических цепей. Диакоптика высокоразмерных электрических цепей. Оценка чувствительности решения задачи анализа электрических цепей к точности задания их параметров. Решение плохо обусловленных и некорректно поставленных задач моделирования. Нестандартные модели электрических цепей.

2. Аналитические методы математического моделирования линейных электрических цепей в переходных процессах

Математическое моделирование линейных электрических цепей в переходных процессах. Канонические и неканонические формы уравнений состояния электрических цепей. Уравнения состояния первого, второго, высших порядков. Дифференциально-алгебраические уравнения состояния. Собственные значения, собственные векторы, проекторы и пучки матриц уравнений состояния электрических цепей. Общие виды решений различных форм уравнений состояния электрических цепей. Аналитические выражения решений уравнений состояния электрических цепей на основе левых и правых преобразований Лапласа. Жесткие и

сверхжесткие системы уравнений состояния электрических цепей.
Понижение порядка жестких уравнений состояния электрических цепей.

3. Численные методы математического моделирования линейных электрических цепей в переходных процессах

Численные методы моделирования переходных процессов в электрических цепях: резистивные аналоги накопителей энергии и разностные схемы уравнений электрических цепей. Машинное формирование и численная обработка уравнений электрических цепей с использованием резистивных аналогов накопителей энергии. Проблема устойчивости и точности решения уравнений электрических цепей при моделировании переходных процессов. Численные решения жестких и сверхжестких уравнений состояния электрических цепей.

4. Математическое моделирование нелинейных цепей

Моделирование нелинейных электрических цепей в установившихся и переходных процессах. Резистивные дискретные аналоги нелинейных элементов. Машинное формирование уравнений нелинейных электрических цепей.

5. Математическое моделирование электродинамических систем

Моделирование электродинамических систем в установившихся и переходных режимах: математические модели электродинамических систем, упрощенные модели электроэнергетических систем в переходных процессах. Методы расчета электродинамических систем.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 3 семестр
– дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета

1. Моделирование резистивных цепей. Формирование уравнений, машинная технология формирования уравнений. Численные методы обработки уравнений электрических цепей.

2. Основные подходы к решению плохо обусловленных и некорректно поставленных задач моделирования. Нестандартные модели электрических цепей.

3. Математическое моделирование линейных электрических цепей в переходных процессах.

4. Канонические и неканонические формы уравнений состояния электрических цепей. Уравнения состояния первого, второго, высших порядков. Дифференциально-алгебраические уравнения состояния.

5. Общие виды решений различных форм уравнений состояния электрических цепей. Аналитические выражения решений уравнений состояния электрических цепей на основе левых и правых преобразований Лапласа.

6. Жесткие и сверхжесткие системы уравнений состояния электрических цепей. Понижение порядка жестких уравнений состояния электрических цепей.

7. Численные методы моделирования переходных процессов в электрических цепях.

8. Машинное формирование и численная обработка уравнений электрических цепей с использованием резистивных аналогов накопителей энергии. Машинное формирование уравнений нелинейных электрических цепей.

9. Устойчивости и точность решения уравнений электрических цепей при моделировании переходных процессов.

10. Моделирование нелинейных электрических цепей в установившихся и переходных процессах.

11. Моделирование электродинамических систем в установившихся и переходных режимах. Методы расчета электродинамических систем.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

12.

Основная литература:

1. Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В.. Теоретические основы электротехники, Т. 1-3. – СПб: Питер, 2009.

2. Волков Э.П., Баринов В.А., Маневич А.С. Методология, обоснования и перспективы развития электроэнергетики России. – М.: Энергоатомиздат, 2010. – 556 с.

3. Тюкин И.Ю., Терехов В.А. Адаптация в нелинейных динамических системах. – М.: Эдиториал УРСС, 2008. – 384 с. (4)

Дополнительная литература:

1. Шакиров М.А. Теоретические основы электротехники. Новые идеи и принципы. Схемоанализ и диакоптика. – СПб.: Издательство СПбГПУ, 2001.

2. Нелинейная динамика и управление / Под ред. С.В. Емельянова, С.К.Коровина. – М.: Физматлит, 2010. – 374 с.

3. Информационные технологии электротехники // Под ред. П.А. Бутырина. – М.: Издательский дом МЭИ, 2003. – 120 с.

4. Основы современной энергетики. ч. 2. – М.: Издательство МЭИ, 2003. – 462 с.