

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт энергетических исследований Российской академии наук
(ИНЭИ РАН)

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2.4.1**

Теоретическая и прикладная электротехника

КВАЛИФИКАЦИЯ: Исследователь. Преподаватель-исследователь

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: очная

Москва – 2022

ПРОГРАММА
вступительного испытания по специальной дисциплине для поступающих на
обучение по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направленность (специальность) — 2.4.1 -Теоретическая и прикладная электротехника.

1. Общие положения

Настоящая программа вступительного испытания по специальной дисциплине составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Прием вступительных испытаний регламентирован Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института энергетических исследований Российской академии наук (ИНЭИ РАН).

2. Цели вступительных испытаний

Выявление специальных знаний, полученных в процессе получения высшего образования в специалитете и(или) магистратуре, научного потенциала и объективной оценки способностей лиц, поступающих в аспирантуру.

3. Выставление оценок по результатам выполнения экзаменационных заданий.

Вступительный экзамен проводится в устной форме на русском языке.

По итогам экзамена выставляется оценка по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Передача вступительных экзаменов не допускается. Результаты вступительных испытаний в аспирантуру действительны в течение календарного года.

4. Программа вступительных испытаний.

Программа вступительных экзаменов в аспирантуру ИНЭИ РАН по специальности 2.4.1 -Теоретическая и прикладная электротехника.

4.1. 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.

4.2. 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.

4.3. Многофазные цепи

Расчет симметричных и несимметричных режимов работы трехфазных цепей. Метод симметричных составляющих.
Четырехполюсники, матрицы и основные уравнения четырехполюсников.
Характеристическое сопротивление и коэффициент передачи. Схемы замещения четырехполюсников. Соединения четырехполюсников.

4.4. 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 несинусоидальными напряжениями и токами.

4.5. Резонансные явления

Частотные характеристики цепей и методы их

расчета. Элементы теории фильтров. Полоса пропускания и избирательность

фильтра.

4.6. Переходные процессы в линейных цепях

Анализ переходных процессов. Классический и операторный методы расчета. Метод переменных

состояний. Использование интегралов Дюамеля при расчете переходных

процессов, передаточные функции цепи. Расчет процессов при наличии в цепи

емкостных контуров и индуктивных сечений. Сведение задач расчета переходных

процессов к расчету резистивных цепей - метод дискретных схем замещения.

Цифровые электрические и электронные цепи, z- преобразование, уравнения

состояния в z-области, передаточные функции цифровых систем в z-области.

4.7. Цепи с распределенными параметрами

Уравнения длинных линий, их решение для установившихся синусоидальных колебаний.

Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами.

4.8. 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.

4.9. 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 статических электрического и магнитного полей. Уравнение Пуассона и Лапласа. Метод зеркальных изображений. Емкость, емкостные и потенциальные коэффициенты. Краевые задачи и методы их решения. Энергия и силы в электростатическом поле.

4.10. 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. Энергия и силы в магнитном поле.

4.11. 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.

Электромагнитное поле в реальных проводниках, диэлектриках, ферромагнетиках и анизотропных средах.

4.12. 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.

4.13. Диагностика электрических цепей

Задача диагностики электрических цепей. Тестовая и функциональная диагностика. Корректность ее постановки, базисная постановка задачи диагностики. Этапы решения задачи диагностики: физический эксперимент, математическая обработка результатов эксперимента. Сложность решения задачи диагностики резистивных цепей: число измерений, число математических операций обработки эксперимента, число обусловленности математической модели.

4.14. Математическое моделирование цепей и электродинамических систем

Задачи математического моделирования и модели электрических цепей. Теоремы существования решений уравнений электрических цепей и корректной постановки задач моделирования. Некорректные задачи моделирования электрических цепей и общие подходы к их решению. Проблема сложности решения задач моделирования: высокая размерность, нелинейность, плохая обусловленность, жесткость и овражность задач.

4.15. Моделирование резистивных цепей

Формирование уравнений, машинная технология формирования уравнений.

4.16. Численные методы моделирования переходных процессов в электрических цепях

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

4.17. Моделирование электродинамических систем в установившихся и переходных режимах

Математические модели электродинамических систем, упрощенные модели электроэнергетических систем в переходных процессах.

4.18. Информационные технологии электротехники

Технологии машинного расчета электрических цепей. Задачи машинного расчета электрических цепей, методы и технологии их решения. Формализация описания электрических цепей. Топологические списки, технологии ввода данных для расчета цепей. Технология формирования узловых уравнений: принцип поэлементного вклада. Проблемы численной обработки узловых уравнений. Условия существования единственного решения узловых уравнений. Оценка точности решения узловых уравнений по точности задания исходных данных и числу обусловленности узловых матриц. Технологии работы с конкретными программами расчета электрических цепей и электромагнитных полей. Знакомство с программами расчета электрических цепей и электромагнитных полей (Matlab, Desing, Canter, Qfield, Ansys, Elcut т.д.) и средой Labview работы с виртуальными инструментами. Технологии работы с компьютерными программами и средами при расчете электрических цепей и электромагнитных полей.

5. Рекомендуемая литература

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

- Т.1,2 Л.: Энергоиздат, 1981.
3. Основы теории цепей. /Г.В.Зевеке, П.А.Ионкин, А.В.Нетушил, С.В.Страхов. - М.: Высшая школа, 1989.
 4. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. - М.: Гардарики, 2008.
 5. Сборник задач по теоретическим основам электротехники в 2-х томах / Под редакцией П.А.Бутырина. - М.:, издательство МЭИ, 2012.
 6. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: В 2-х ч. Ч. 1. - М.: Мир - 1988 - 336 с.
 7. Сиберт У.М. Цепи, сигналы, системы: В 2-х ч. Ч. 2. - М.: Мир - 1988 - 360 с.
 8. Шакиров М.А. Теоретические основы электротехники. Новые идеи и принципы. Схемоанализ и диакоптика. - СПб.: Издательство СПбГТУ, 2001.
 9. Giorgio Rizzoni Fundamentals of Electrical Engineering - NY.: McGraw-Hill Higher Education, 2008
 10. Методы классической и современной теории автоматического управления. Т. 3/под ред. К.А. Пупкова. - М.: Изд-во МВТУ им. Баумана, 2000.
 11. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование - М.:Вильямс, 2008, - 1152 с.
 12. Тюкин И.Ю., Терехов В.А. Адаптация в нелинейных динамических системах - М.: ЛКИ, 2008, - 384 с.