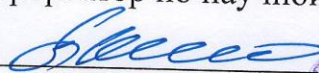


НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

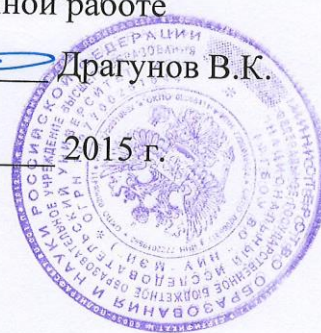
Проректор по научной работе



Драгунов В.К.

« 16 » июня

2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (специальность) 01.04.13 Электрофизика,
электрофизические установки

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Специальные главы теории электромагнитного поля»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.2.2

Всего: 108 часов

Семестр 3, в том числе

6 часов – контактная работа,
84 часа – 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 01.04.13 Электрофизика, электрофизические установки, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение явлений, принципов и моделей, определяющих взаимодействие электромагнитного поля с веществом.

Задачами дисциплины являются:

- изучение основных методов описания электрофизических свойств материалов и взаимодействия электромагнитного поля с веществом;
- овладение методами расчета электромагнитных полей в поляризуемых и нелинейных средах, релятивистских полей;
- изучение перспективных направлений в области создания новых материалов с особыми электрофизическими свойствами.

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 планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6);
- владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-5);
- 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);
- способность проведения исследований физических процессов в накопителях энергии индуктивного, емкостного, инерционного, высокочастотного и других типов, разработки конструкций накопителей (ПК-3).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- основные модели, подходы к описанию и методы моделирования сложных электродинамических систем (ОПК-1);

уметь:

- анализировать критически и оценивать современные научные достижения на основе системного подхода (УК-1);
- планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6);
- проводить исследования электрофизических и электромагнитных явлений и процессов в различных средах для нужд электронной, приборостроительной, электротехнической промышленности, средств вычислительной техники и связи (ПК-2);
- проводить исследования физических процессов в накопителях энергии индуктивного, емкостного, высокочастотного типов (ПК-3);

владеть:

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

— навыками преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-5).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Уравнения Максвелла в реальных средах

Учет электрофизических свойств сред при интегрировании уравнений Максвелла. Классификация сред, особенности строения и электрофизических свойств газов, жидкостей, твердых тел. Поляризуемые среды. Модели процесса поляризации – уравнения нулевого, первого и второго порядка. Особенности описания «вязких» сред в частотной области. Применение преобразования Лапласа, интеграла свертки для расчета поляризации. Нелинейные среды. Механизмы пробоя в газах, жидкостях, твердых телах (диэлектрики и полупроводники). Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики. Несовершенные среды, особенности полупроводников. Описание во временной и частотной областях. Магнитные среды – диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Гиромагнитные явления, описание гиромагнитных сред. Особенности ферромагнетиков, доменная структура ферромагнетиков, переходные процессы в них. Ядерный магнитный резонанс, особенности технической реализации наблюдений.

Взаимодействие электромагнитного поля и плазмы

Плазма, модели строения плазмы, их особенности. Плазма в природных явлениях – линейные молнии, шаровые молнии, ионосфера Земли. Простейшие модели взаимодействия плазмы с электромагнитным полем, эффективная диэлектрическая проницаемость плазмы. Особенности расчета в различных диапазонах частот. Особенности взаимодействия заряженных частиц и их ансамблей. Термодинамические и квантовые явления. Особенности процессов ионизации в различных средах. Генерация плазмы. Эффекты экранирования электромагнитных полей. Уравнения Максвелла-Власова, расчет динамики плазмы на основе гидродинамики. Магнитогидродинамика.

Введение в релятивистскую электродинамику

Историческая справка. Опыт Майкельсона-Морли, преобразования Лоренца, различные объяснения результатов. Специальная теория относительности. Четырехвекторы электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в релятивистской формулировке. Ускорение и замедление релятивистских частиц. Взаимодействие релятивистских частиц. Ускорители

частиц. Резонансный метод ускорения частиц. Связь с квантовой механикой. Квантовая электродинамика.

Перспективные направления в электродинамике

Общие принципы формирования направленного электромагнитного излучения. Активные фазированные антенные решетки, анализ и синтез, управление диаграммой направленности. Резонансные явления, диэлектрические резонаторы, влияние различных факторов на добротность и спектр колебаний резонатора. Перспективные конструкции миниатюрных СВЧ устройств. Метаматериалы, активные среды. Перспективные направления в области микроминиатюризации излучающих элементов. Электрическое, магнитное и иное управление свойствами сред, электрическая настройка параметров устройств. Особенности построения одно- и многомодовых диэлектрических волноводов и волоконно-оптических кабелей. Применение эффектов Фарадея и Поккельса в измерительной технике.

Методология преподавания теории поля

Внедрение изучения теории поля в учебный процесс для различных направлений подготовки: особенности реализации, используемое программное обеспечение и лабораторное оборудование. Сравнение подходов в России и за рубежом. Литературные источники: статьи, учебники и пособия, практикумы. Англоязычная литература, особенности терминологии.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

3 семестр – дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

1. Классификация сред, особенности строения и электрофизических свойств газов, жидкостей, твердых тел.
2. Поляризуемые среды. Модели процесса поляризации – уравнения нулевого, первого и второго порядка.
3. Применение преобразования Лапласа, интеграла свертки для расчета поляризации.

4. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики. Несовершенные среды, особенности полупроводников.
5. Особенности ферромагнетиков, доменная структура ферромагнетиков, переходные процессы в них.
6. Ядерный магнитный резонанс, особенности технической реализации наблюдений.
7. Плазма, модели строения плазмы, их особенности.
8. Особенности взаимодействия заряженных частиц и их ансамблей. Термодинамические и квантовые явления. Особенности процессов ионизации в различных средах.
9. Специальная теория относительности. Четырехвекторы электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в релятивистской формулировке.
10. Ускорители частиц. Резонансный метод ускорения частиц.
11. Резонансные явления, диэлектрические резонаторы, влияние различных факторов на добротность и спектр колебаний резонатора.
12. Метаматериалы, активные среды, основные параметры.
13. Особенности построения одно- и многомодовых диэлектрических волноводов и волоконно-оптических кабелей.

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Теоретические основы электротехники: В 3-х т. / К. С. Демирчян, и др. . – СПб. : Питер, 2009
2. Месяц Г.А. Импульсная энергетика и электроника. М.: Наука, 2008
3. Диденко А. Н. СВЧ-энергетика: Теория и практика. - М.: Наука, 2003.
4. Нгуен-Куок Ши Основы математического моделирования низкотемпературной плазмы. – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 446 с.

Дополнительная литература:

5. Giorgio Rizzoni Fundamentals of Electrical Engineering –NY.: McGraw-Hill Higher Education, 2008

6. Цицикян Г.Н. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2006
7. Robert G. Jahn Physics of Electric Propulsion L.: Dover Publications, 2006
8. Massimiliano Di Ventra Electrical Transport in Nanoscale Systems -L.: Oxford university press, 2008
9. Барыбин А.А. Электродинамика волноведущих структур. Теория возбуждения и связи волн -М.: Физматлит, 2007, 512 с.
10. Капцов А.В. Методы интегрирования уравнений с частными производными -М.: Физматлит, 2009, 184 с.
11. Белоконь А.В., Скалиух А.С. Математическое моделирование необратимых процессов поляризации -М.: Физматлит, 2010, 328 с.
12. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии -М.: Физматлит, 2009, 286 с.
13. Шакиров М. А. Теоретические основы электротехники. Тензоры в ТОЭ. Электродинамика. Теория относительности – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2011 . – 315 с.
14. Демирчян К. С. Движущийся заряд в четырехмерном пространстве по Максвеллу и Энштейну / – М. : Комтехпринт, 2008 . – 144 с.
15. Каликинский И. И. Электродинамика – М.: ИНФРА-М, 2014 . – 159 с.
16. Электродинамика и распространение радиоволн / Д. Ю. Муромцев, [и др.] . – 2-е изд., доп . – СПб. : Лань, 2014 . – 448 с.