

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе



Драгунов В.К.

« 16 » июня

2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи

Направленность (специальность) 05.12.07 Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Фундаментальные вопросы макроскопической электродинамики»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.1.1

Всего: 108 часов

Семестр 1, 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 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи, утвержденного приказом Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 876, и паспорта специальности, указанной в номенклатуре специальностей научных работников 05.12.07 Антенны, СВЧ-устройства и их технологии, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение аналитических и асимптотических методов решения задач макроскопической электродинамики.

Задачами дисциплины являются:

- изучение методов макроскопической электродинамики;
- освоение применения методов макроскопической электродинамики к решению прикладных задач.

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);
- 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 профессиональной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения научных задач (ПК-1);
- способность реализовать разработанные алгоритмы решения научных задач с использованием современных языков программирования (ПК-2).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- метод потенциалов в электродинамике (УК-1);
- аналитические методы электродинамики в объеме изучаемой дисциплины (УК-2);
- асимптотические методы электродинамики в объеме изучаемой дисциплины (ОПК-1);

уметь:

- сформулировать постановку электродинамической задачи, возникающей при выполнении конкретной работы (ОПК-2);
- выбрать метод решения электродинамической задачи, исходя из исходных данных (ОПК-3);

владеть:

- применением аналитических методов электродинамики при решении конкретных прикладных задач (ПК-1);
- применением асимптотических методов электродинамики при решении конкретных прикладных задач (ПК-2).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Метод потенциалов в электродинамике

Векторные и скалярные потенциалы. Калибровочная инвариантность. Лоренцева и кулоновская калибровки. Теорема Гельмгольца и представление векторных полей суперпозицией потенциального и вихревого полей. Нестационарное электромагнитное поле - более сложный объект по сравнению с суперпозицией потенциального и вихревого полей.

2. Аналитические методы в теории дифракции и возбуждения электромагнитных волн

Решение задач дифракции для объектов канонической формы методами собственных функций и интегральных преобразований. Разделение полей на электрические и магнитные волны и сведение векторной электродинамической задачи к скалярной. Разделение переменных в скалярных волновых уравнениях для однородных и неоднородных сред. Альтернативные представления функций Грина и полей в рамках метода собственных функций.

3. Асимптотические методы в теории дифракции электромагнитных волн

Методы низкочастотной асимптотики в задачах дифракции на объектах малых размеров. Релеевское рассеяние.

Асимптотические методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (метод ВКБ, метод эталонных уравнений) и их применение к задачам распространения волн в плоскостных средах.

Асимптотические методы решения дифференциальных уравнений в частных производных. Метод геометрической оптики (скалярное приближение). Ряд Дебая. Методы решения уравнений лучей, эйконала и переноса. Каустики. Классификация каустик. Обобщения метода ГО в окрестности каустики (метод эталонных задач). Векторная геометрическая оптика изотропных сред. Изменение поляризации электромагнитного поля вдоль луча. Закон С.М.Рытова. Метод параболического уравнения. Поле гауссова пучка.

Асимптотические методы вычисления одномерных интегралов (метод интегрирования по частям, методы перевала и стационарной фазы) и их обобщения на многомерный случай.

Асимптотика точных решений дифракционных задач в однородных и неоднородных средах. Связь лучевых и модовых представлений.

Геометрическая теория дифракции. Поле в области полутени и тени.. Метод краевых волн.

Метод физической оптики. Дифракционные интегралы.

Гибридные геометрическая и физическая теории дифракции.

Обобщения метода физической оптики для неоднородных сред. Метод интерференционного интеграла. Метод гауссовых пучков.

4. Применение аналитических и асимптотических методов к решению задач прикладной электродинамики

Возбуждение шара элементарным диполем

Излучение вертикального вибратора над однородным диэлектрическим полупространством

Дифракция плоской волны на идеально проводящем клине

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: I семестр - дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и проведения зачета

1. Какой вид калибровки в наибольшей степени применяется при решении задач классической электродинамики и почему?
2. Для каких объектов решение задач возбуждения электромагнитных волн может быть сведено к решению уравнений скалярных потенциалов E и H волн?

3. Рассматривается задача дифракции плоской электромагнитной волны на идеально проводящей полуплоскости. Какие из приближенных методов решения вы выберете для решения этой задачи и почему?

Пример билета для проведения зачета

1. Сведение уравнений Максвелла для свободного пространства, возбуждаемого сторонними электрическими токами, к уравнениям векторных потенциалов при использовании калибровки Лоренца
2. Метод геометрической оптики для неоднородных сред (скалярное приближение). Вывод уравнений эйконала и переноса.

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Петров Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн –М.: Горячая линия – Телеком, 2005
2. Пермяков В.А. Лекции по геометрической оптике неоднородных сред. – М.: Изд. МЭИ, 2013

Дополнительная литература:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. Т.2, -М.: Наука, 2005.
2. Бодров В.В., Сурков В.И., Суркова И.В. Волновые процессы. –М.: Изд. МЭИ, 2002.
3. Боровиков В.И., Кинбер Б.Е. Геометрическая теория дифракции. –М.: Связь, 1973
4. Кравцов Ю.А., Орлов Ю.И. Геометрическая оптика неоднородных сред. –М.: Наука, 1980
5. Марков Г.Т., Чаплин А.Ф. Возбуждение электромагнитных волн. –М.: Энергия, 1983.
6. Марков Г.Т., Васильев Е.Н. Математические методы прикладной электродинамики –М.: Сов. Радио, 1970
7. Марков Г.Т., Петров Б.М., Грудинская Г.П. Электродинамика и распространение раововлн. –М.: Сов. Радио, 1979.