

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июля 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

«Распространение радиоволн в естественных и искусственных средах»

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

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 освоения дисциплины является изучение физических процессов распространения электромагнитных волн в естественных и искусственных средах и методов их анализа

Задачами дисциплины являются:

- изучение физических процессов распространения электромагнитных волн в естественных и искусственных средах
- освоение методов анализа процессов распространения электромагнитных волн и их применения 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 продемонстрировать следующие результаты образования:

знать:

– закономерности физических процессов распространения электромагнитных волн в различных средах, состояние их исследований на современном этапе (УК-1);

- роль исследований в области распространения радиоволн в разработке и проектировании современных радиотехнических систем (УК-2);

уметь:

- оценивать совокупность физических явлений распространения радиоволн во влиянии на работоспособность действующих и проектируемых радиотехнических систем (ОПК-1);

- выполнять квалифицированный обзор литературы по вопросам распространения радиоволн в применении к разрабатываемым радиосистемам с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);

- осуществлять разработку новых методов исследований распространения радиоволн (ОПК-3);

владеть:

- методами разработки эффективных алгоритмов расчета процессов распространения радиоволн в различных средах (ПК-1);

- приемами реализации разработанных алгоритмов расчета процессов распространения радиоволн в различных средах с использованием современных языков программирования (ПК-2).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Общие вопросы распространения электромагнитных волн (ЭМВ) в сплошных средах.

Материальные уравнения сплошных сред. Частотная и пространственная дисперсия диэлектрической проницаемости. Фазовая и групповая скорости ЭМВ в среде.

2. Распространение ЭМВ над земной поверхностью

Распространение ЭМВ над регулярной (плоской и сферической) земной поверхностью. Рассеяние ЭМВ шероховатой поверхностью. Влияние леса на распространение ЭМВ волн.

3. Распространение ЭМВ в изотропной плазме

Диэлектрическая проницаемость плазмы. Явление плазменного резонанса. Частотная и пространственная дисперсия плазмы, плазменные волны. Распространение ЭМВ в регулярно неоднородной изотропной плазме.

Ионосферная плазма. Распространение радиоволн в ионосфере. Методы расчета ионосферных радиопутей. Современные методы изучения

ионосферы. Распространение модулированных радиосигналов в диспергирующей среде (плазме).

4. Распространение ЭМВ в анизотропных средах.

Тензор проницаемости анизотропных сред. Распространение радиоволн в плазме с учетом постоянного магнитного поля. Вращение плоскости поляризации. Распространение радиоволн в гиротропной среде: в магнитоактивной плазме и ферритах

5 Распространение ЭМВ в регулярно и случайно неоднородной среде (тропосфере).

Распространение радиоволн СВЧ диапазона в регулярно неоднородной тропосфере. Эффекты волноводного распространения.

Рассеяние ЭМВ объемными неоднородностями. Случаи крупномасштабных и мелко масштабных неоднородностей.

6. Распространение ЭМВ в искусственных средах

Искусственные диэлектрики, метаматериалы, электромагнитные кристаллы. Понятие эффективной диэлектрической и магнитной проницаемостей искусственных сред. Закономерности распространения ЭМВ в искусственных средах.

7. Влияние эффектов распространения радиоволн на работу систем радиосвязи, радиолокации и радионавигации

Методы и модели исследования распространения радиоволн в сложных условиях. Распространение ЭМВ и проблемы радиосвязи в урбанизированных средах. Влияние эффектов распространения радиоволн на работу радиолокационных и радионавигационных систем.

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. Типичные частотные характеристики реальных материальных сред
2. Закономерности распространения радиоволн над плоской и сферической земной поверхностью
3. Диэлектрическая проницаемость изотропной плазмы. Тензор диэлектрической проницаемости плазмы при учете постоянного магнитного поля. Распространение радиоволн в ионосфере.
4. Диэлектрическая проницаемость тропосферы. Рефракция, ослабление радиоволн в тропосфере. Волноводные механизмы РРВ
5. Влияние флуктуаций диэлектрической проницаемости тропосферы на ослабление и рассеяние радиоволн
6. Влияние диспергирующей среды (ионосферной плазмы) на характеристики радиосигналов.
7. Искусственные среды, метаматериалы. Закономерности распространения ЭМВ в метаматериалах

8. Влияние окружающей среды на работу радиолокационных радиосистем
9. Влияние окружающей среды на работу радионавигационных радиосистем

Пример билета для проведения зачета

1. Методы анализа радиолиний над земной поверхностью в освещенной и загоризонтной областях в декаметровом – сантиметровом диапазонах радиоволн
2. Влияние ионосферы и тропосферы на точностные характеристики глобальных навигационных спутниковых систем

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

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. Т.8, Наука, 2005.
2. Гинзбург В.Л. Распространение электромагнитных волн в плазме. – М.: URSS, 2015.
3. Пермяков В.А. Лекции по геометрической оптике неоднородных сред. –М.: Изд. МЭИ, 2013.
4. Пермяков В.А., Солодухов В.В., Бодров В.В., Исаков М.В. Распространение радиоволн. –М.: Издательский дом МЭИ, 2008.
5. Локационные методы исследования объектов и сред. / Баскаков А.И., Жутяева Т.С., Лукашенко Ю.И. –М.: Академия, 2011
6. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования. /Под ред. Перова А.И., Харисова В.Н. –М.: Радиотехника, 2005

Дополнительная литература

1. Фейнберг Е.Л. Распространение радиоволн вдоль земной поверхности. –М.: Наука. Физматлит. 1999
2. Фок В.А. Проблемы дифракции и распространения электромагнитных волн. - М.: ЛКИ, 2011
3. Кравцов Ю.А., Орлов Ю.И. Геометрическая оптика неоднородных сред. –М.: Наука, 1980
4. Куницын В.Е., Терещенко Е.Д., Андреева Е.С. Радиотомография ионосферы. –М.: Физматлит, 2007
5. Введение в статистическую радиофизику. / Рытов С.М., Кравцов Ю.А., Татарский В.И. , Т.2. -М.: Наука, 1978 г.
6. Сарычев А.К., Шалаев В.Л. Электродинамика метаматериалов. –М.: Научный мир, 2011