

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

«Теория, техника и технологии зеркальных антенн»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.4.1

Всего: 108 часов

Семестр 7, 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 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 освоение методов анализа характеристик и проектирования зеркальных антенн.

**Задачами** дисциплины являются:

- изучение математического аппарата теории и техники зеркальных антенн;
- изучение принципов работы зеркальных антенн в режиме поляризационного уплотнения;
- изучение методов расчета облучателей зеркальных антенн;
- изучение методов расчета профилей рефлекторов зеркальных антенн.

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:**

- принципы решения обратных задач и задач синтеза антенн (УК-1);
- методы регуляризации некорректно поставленных задач (УК-2);
- методы математической обработки результатов экспериментальных исследований (ОПК-1);

**уметь:**

- сформулировать постановку обратной задачи, задачи синтеза антенн, возникающей при выполнении конкретной работы (ОПК-2);
- применять численные методы решения некорректных задач (ОПК-3);

**владеть:**

- применением численных методов электродинамики при решении конкретных задач синтеза антенн (ПК-1);
- методами выбора экспериментально-измерительной базы при проведении научных исследований и проектных работ при создании конкретных антенн (ПК-2).

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ**

### *1. Геометрическая оптика зеркальных антенн*

Параболические однозеркальные, классические и модифицированные двухзеркальные осесимметричные антенны. Несимметричные одно- и двухзеркальные антенны. Методы расчёта профилей зеркальных антенн. (8 часов)

### *2. Характеристики эффективности, составляющие КИП*

Работа зеркальных антенн в режиме поляризационного уплотнения

### *3. Поляризационные характеристики антенн*

Различные формы выражения поляризационных характеристик. Определение кроссполяризации. Поляризационные характеристики элементарных излучателей. Поляризационная диаграмма антенны, не

создающей поляризационных помех. Поляризационные характеристики облучателей зеркальных антенн. Несимметричные двухзеркальные антенны с двумя ортогональными поляризационными каналами. (16 часов)

#### *4. Методы расчёта характеристик излучения зеркальных антенн*

Апертурный метод, вычисление функции Гамильтона. Метод Кирхгофа. Метод параболического уравнения и гауссовы пучки. Использование элементов геометрической теории дифракции при расчёте диаграмм направленности зеркальных антенн. Зеркальные антенны с лучеводами. (30 часов)

#### *5. Многолучевые зеркальные антенны*

Бифокальные и апланатические антенны.

#### *6. Облучатели зеркальных антенн с автоматическим наведением*

Многочастотные облучатели зеркальных антенн. Устройства разделения частотных и поляризационных каналов. Частотные дуплексеры и мультиплексеры. Устройства СВЧ для управления поляризационными характеристиками. Широкополосные волноводные поляризаторы. Устройства электронного управления поляризацией. (15 часов)

**Проблемы формообразования** и юстировки больших зеркальных антенн. (5 часов)

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 5семестр - дифференцированный зачет.

### **Вопросы для самоконтроля и проведения зачета**

- 1. Изобразите возможные формы годографа электрического вектора монохроматической волны.*
- 2. Как связан коэффициент эллиптичности с комплексными амплитудами электрического вектора?*
- 3. Как определить наклон большой оси эллипса поляризации по комплексным амплитудам электрического вектора?*
- 4. Что такое «параметры Стокса» монохроматической волны?*
- 5. Как связаны «параметры Стокса» со «сферой Пуанкаре»?*
- 6. Как найти эллипс поляризации для заданной точки на сфере Пуанкаре?*

7. Как найти поляризационный коэффициент связи приёмной и передающей антенн по положению соответствующих точек на сфере Пуанкаре?
8. Дайте определение «поляризационной развязки».
9. Охарактеризуйте работу канала связи в режиме поляризационного уплотнения.
10. Будут ли ортогональны электрические поля двух ортогональных
  - а. электрических вибраторов?
  - б. магнитных вибраторов?
  - в. элементов Гюйгенса?
11. Дайте определение антенны, «свободной от кроссполяризации».
12. Как измерить уровень кроссполяризации с помощью традиционной установки для измерения диаграмм направленности антенн?
13. Что такое «ось пространственной поляризационной диаграммы» для антенны, свободной от кроссполяризации?
14. Как определить уровень кроссполяризации антенны по её диаграммам направленности в Е- и Н- плоскостях?
15. Как выглядят картины линий поля электрического вектора в плоскости апертуры параболической антенны, если в её фокусе установлен
  - а. элемент Гюйгенса, ось которого направлена в сторону вершины параболы?
  - б. электрический диполь, перпендикулярный фокальной оси?
16. Какими поляризационными свойствами обладает ребристая металлическая поверхность с четвертьволновыми канавками?
17. Какие типы облучателей с низким уровнем кроссполяризации Вы знаете?
18. Изобразите линии поля электрического вектора в апертуре однозеркальной параболической «офсетной» антенны с установленным в её фокусе облучателем, свободным от кроссполяризации.
19. Что характеризует сферический избыток сферического треугольника поляризации?
20. Как преобразуется ось поляризационной диаграммы излучателя, свободного от кроссполяризации, помещённого в фокус
  - а. эллипсоида, при отражении от этого эллипсоида?
  - б. двуполостного гиперболоида при отражении от поверхности этого гиперболоида?
21. Опишите способ построения свободной от кроссполяризации несимметричной двухзеркальной
  - а. антенны Кассегрена, б) антенны Грегори.

### **Вопросы, включенные в билеты для проведения зачетов:**

1. Геометрическая оптика зеркальных антенн. Методы построения профилей зеркальных антенн.
2. Составляющие КИП и шумовой температуры зеркальных антенн.

3. Поляризационные характеристики антенн. Метод построения несимметричных двухзеркальных антенн без кроссполяризации.
4. Метод Кирхгофа расчёта характеристик излучения зеркальных антенн.
5. Метод параболического уравнения. Построение лучевода большой зеркальной антенны.
6. Оценка дифракционных эффектов по методам геометрической теории дифракции.
7. Методы построения многолучевых зеркальных антенн.
8. Методы расчёта облучателей зеркальных антенн и устройств разделения частотных и поляризационных каналов.
9. Проблемы формообразования и методы юстировки зеркальных антенн.

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

## **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная литература**

1. Коган Б.Л. Поляризационные характеристики антенн. –М.: Издательский дом МЭИ, 2013.
2. Устройства СВЧ и антенны: Проектирование, конструктивная реализация, примеры применения устройств СВЧ. /Неганов В.А., Ключев Д.С., Табаков Д.П. Ч.1. –М.:УРСС,2013
3. Устройства СВЧ и антенны. Теория и техника антенн. /Неганов В.А., Ключев Д.С., Табаков Д.П. Ч.II, –М.: УРСС, 2014.

### **Дополнительная литература**

1. Коган Б.Л. Электромагнитные поля круговой поляризации в теории зеркальных антенн. Докторская диссертация. 2004г.