

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Институт информационных технологий и радиоэлектроники  
Кафедра радиотехники и радиосистем

Гаврилов В.М.

**«ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН»**

Практические занятия  
Методические указания

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине  
«Электродинамика и распространение радиоволн» для студентов ВлГУ,  
обучающихся по направлению  
11.03.01 Радиотехника  
(шифр направления, название)

Владимир 2015

## **Методические указания к практическим занятиям**

### **по дисциплине «Электродинамика и распространение радиоволн»**

Целью методических указаний является помощь, необходимая для эффективного использования предлагаемой учебной литературы на практических занятиях и при подготовке к ним.

Базовым пособием к практическим работам является сборник задач [3], 7а. Задачник содержит систематизированный материал для упражнений, охватывающий основные разделы курса в той последовательности, как эти разделы изложены в программе. Практические занятия проводятся параллельно с изучением материала соответствующих разделов программы.

Разделы задачника построены по единому принципу. В первом подразделе излагается теоретические сведения, необходимые для самостоятельной работы, во втором – приводятся подробные решения типовых задач, а в третьем – предлагаются задачи для самостоятельного решения. Задачи составлены с таким расчетом, чтоб время, затрачиваемое на их решение, соответствовало часам учебного процесса по дисциплине. В пособии имеются задачи повышенной сложности, отмеченные звездочкой. Их назначение – развить творческую самостоятельность студентов и привить им навыки неформального мышления, что особенно важно в условиях современной высшей школы.

В электронном виде сборник задач входит в учебно – методический комплекс по дисциплине.

Ниже приведены литературные источники, включающие теоретические сведения необходимые для успешного освоения материала практических занятий. Помимо прямого указания разделов литературных источников, обслуживающих темы практических занятий, в них выделяются взаимные связи различных частей предмета, устанавливается его логическая структура. В определенном смысле, в методических указаниях введен элемент «программирования» в виде основных логических связей.

1. Волноводы (7а, [3] с. 74 - 94).
2. Поверхностные электромагнитные волны и замедляющие структуры (7а, [3] с. 95 - 105).
3. Линии передачи с волнами типа Т (7а, [3] с. 106 - 128).

Направляющие структуры и направляемые электромагнитные волны. Направляющие структуры. Классификация направляемых волн. Связь между продольными и

поперечными составляющими полей в регулярной направляющей структуре. Критическая частота. Критическая длина волны. Поперечные электромагнитные волны. Электрические волны. Магнитные волны. Концепция парциальных волн. Скорость распространения энергии. Групповая скорость. Мощность, переносимая электромагнитной волной по линии передачи.

(ФРВ: 3, 4, 6, 7, 8), 2 => 3, 4, 5, 6; ФРВ – физика радиоволн. КЛ - конспект лекций.

Литература: 7б, [4] с. 239 – 256, КЛ с. 3 - 14.

Прямоугольный волновод. Круглый волновод. Токи на системах прямоугольного и круглого волноводов. Волны и коаксиальные линии. Линии поверхностной волны. Планарные линии передачи.

2, 3 => 4, 5, 6

Литература: 7б, [4] с. 257 – 291, КЛ с. 15 - 36.

Требования к линиям передачи. Одноволновый и многоволновый режим. Электрическая прочность линии передачи. Тепловой пробой. Предельная и допустимая мощность. Затухание в линиях передачи. Передача энергии по прямоугольному волноводу. Передача энергии по круглому волноводу. Передача энергии по коаксиальной линии.

3, 4 => 5, 6

Литература: 7б, [4] с. 292 – 312, КЛ с. 37 - 44.

#### 4. Объемные резонаторы (7а, [3] с. 129-148).

Эволюция электромагнитных колебательных систем при повышении рабочей частоты. Прямоугольный объемный резонатор. Общая задача о колебаниях в прямоугольном объемном резонаторе. Цилиндрический объемный резонатор. Способы возбуждения и включения объемных резонаторов. Добротность объемных резонаторов. Другие типы объемных резонаторов.

(ФРВ: 5, 6), 2, 3, 5 => 6;

Литература: 7а, [1] с. 231 – 255, КЛ с. 45 - 56.

#### 5. Распространение электромагнитных волн в анизотропных средах. Физический механизм анизотропии ферритов. Уравнение движения намагниченности. Тензор магнитной проницаемости намагниченного феррита. Уравнение Максвелла в анизотропной среде. Поперечное распространение электромагнитных волн в намагниченном феррите. Продольное распространение электромагнитных волн в намагниченном феррите.

(ФРВ: 2, 7, 8), 2, 3, 4, 6 => 9, 10, 11;

Литература: 7а, [1] с. 327 – 346, КЛ с. 57 - 64.

#### 6. Компьютерные методы решения задач электродинамики. Прямоугольный волновод с неоднородным заполнением. Метод сеток. Метод Бубнова – Галеркина. Метод интегральных уравнений.

3, 7 => 3

Литература: 7а, [1] с. 387 – 405, КЛ с. 65 - 83.

7. Механизм распространения радиоволн в свободном пространстве. Энергетические соотношения в условиях свободного пространства. Область пространства, существенно участвующая в формировании поля на заданной линии.00

(ФРВ: 2, 7), 8 => 9, 10, 11;

Литература: 7а, [2] с.467 – 478, КЛ с. 84 - 90.

8. Распространение земных радиоволн. Физические процессы при распространении земной волны. Классификация методов расчета поля земной волны. Поле высоко поднятого излучателя в освещенной зоне. Поле низко расположенного излучателя в зоне приближения плоской Земли. Поле в зонах полутени и тени при высоко поднятых и низко расположенных излучателях.

(ФРВ: 2, 7, 8, 10), 9 => 10, 11;

Литература: 7а, [2] с.478 – 484, КЛ с. 91 - 101.

9. Атмосфера и ее влияние на распространение радиоволн. Строение атмосферы. Электрические свойства тропосферы и стратосферы. Электрические свойства ионосферы.

(ФРВ: 2, 7, 10, 11), 10 => 11;

Литература: 7а, [2] с. 485 – 496, КЛ с. 102 - 108.

10. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов. Распространение УКВ на наземных радиоприемах. Распространение УКВ на космических радиоприемах. Распространение КВ. Распространение средних и длинных волн. Особенности распространения волн оптического диапазона

(ФРВ: 2, 7, 10, 11), 8, 9, 10 => 11;

Литература: 7а, [2] с.497 – 505, КЛ с. 109 - 118.

Существенную помощь при изучении дисциплины может оказать конспект лекций, входящих в УМК. Конспект включает подробное описание всех математических выводов и преобразований.