

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет радиотехники и электроники

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан РЭФ

профессор, д.т.н. Хрусталев
Владимир Александрович

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электромагнитные поля и волны

ООП: специальность 210404.65 Многоканальные телекоммуникационные системы

Шифр по учебному плану: ЕН.Ф.8

Факультет: радиотехники и электроники очная форма обучения

Курс: 3, семестр: 5

Лекции: 36

Практические работы: 18 Лабораторные работы: 18

Курсовой проект: - Курсовая работа: - РГЗ: 5

Самостоятельная работа: 81

Экзамен: 5 Зачет: -

Всего: 153

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 654400 Телекоммуникации.(№ 20 тех/дс от 10.03.2000)

ЕН.Ф.8, дисциплины федерального компонента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Радиоприемные и радиопередающие устройства протокол № 3 от 31.08.2011

Программу разработал

старший преподаватель,

Шадрина Галина Сергеевна

Заведующий кафедрой

профессор, д.т.н.

Киселев Алексей Васильевич

Ответственный за основную образовательную программу

профессор, д.т.н.

Вострецов Алексей Геннадьевич

1. Внешние требования

ЕН.Ф.08	Электромагнитные поля и волны: система уравнений электродинамики; поведение векторов электромагнитного поля на границе раздела сред; энергия и мощность электромагнитного поля, баланс энергии электромагнитного поля, мощность излучения, вектор Пойнтинга, скорость движения энергии; решение уравнений Максвелла при заданных источниках, электродинамические потенциалы, плоские и сферические волны; уравнения Максвелла и их решение для гармонических колебаний, основные теоремы и принципы в теории электромагнитных волн; излучение электромагнитных волн; плоские волны в однородных изотропных, анизотропных и гиротропных средах; волновые явления на границе раздела двух сред; поверхностный эффект; дифракция электромагнитных волн на различного рода препятствиях, основы методов решения задач дифракции; рефракция электромагнитных волн; общие свойства направляемых электромагнитных волн, направляющие системы; резонаторы; возбуждение волн в направляющих системах и резонаторах, электромагнитные волны в направляющих системах конечной длины, элементы направляющих систем и трактов СВЧ.	153
---------	--	-----

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	ГОС № 20 тех/дс
Адресат курса	Студенты 3 курса, обучающиеся по специальности 210404 - Многоканальные телекоммуникационные системы
Основная цель (цели) дисциплины	Изучение электромагнитного поля и электромагнитных волн в материальных средах. Эти знания являются теоретической основой для анализа и проектирования любых электродинамических систем.
Ядро дисциплины	Ядро курса составляют уравнения Максвелла в материальных средах и свойства электромагнитных полей и волн; задачи моделирования распространения волн, оценка параметров электродинамических систем.
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Основы телевидения и видеотехники Знать: принципы и методы обработки аудио и видео сигналов. Уметь: моделировать процессы обработки сигналов в узлах современной аудио и видеотехники. Радиоприемные устройства Знать: принципы и методы моделирования линейных и нелинейных радиотехнических цепей. Уметь: моделировать узлы современных радиоприемных устройств.

Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Специальные главы математики Знать: основные характеристики случайных величин, наиболее распространенные виды законов распределения. Уметь: определять основные характеристики случайных величин. Основы теории цепей Знать: основные законы электротехники. Уметь: рассчитывать токи и напряжения в электрических цепях. Радиотехнические цепи и сигналы Знать: математическое описание сигналов во временной и частотной областях. Уметь: вычислять параметры сигналов при прохождении их через линейные радиотехнические цепи.
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	Учебная деятельность включает в себя посещение лекций, выполнение и защиту лабораторных и практических работ.

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	об основных типах электродинамических систем
2	о математических моделях ЭД систем
3	о методах расчета параметров ЭД систем
4	о характере электромагнитных процессов в изотропных и анизотропных средах
5	о структуре электромагнитного поля в основных типах ЭД систем
знать	
6	Способы описания ЭД систем
7	Исходные соотношения для расчета ЭД систем
8	Основные методы расчета параметров ЭД систем
уметь	
9	Строить математические модели электромагнитных процессов в кусочно-однородных средах
10	Рассчитывать параметры основных типов ЭД систем
11	Изображать структуру электромагнитных полей и токов в регулярных направляющих и колебательных системах

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 5		
Модуль: Электродинамические системы		
Дидактическая единица: Система уравнений электродинамики		
Введение.	2	1, 2, 6
Неоднородные уравнения Гельмгольца.	4	2, 7, 9
Дидактическая единица: Мощность излучения, вектор Пойнтинга, скорость движения энергии		
Динамические системы.	2	1, 2, 6
Дидактическая единица: уравнения Максвелла и их решение для гармонических колебаний		
Система уравнений Максвелла для ЭМ - поля в среде	4	2, 7, 9
Модуль: Расчет параметров ЭД - систем: элементарные излучатели, направляющие системы и резонаторы, линии связи		
Дидактическая единица: Мощность излучения, вектор Пойнтинга, скорость движения энергии		

Задачи излучения ЭМ - волн в однородное безграничное пространство.	5	10, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Модуль: Математические модели ЭД - систем		
Дидактическая единица: поведение векторов электромагнитного поля на границе раздела сред		
Кусочно-однородные среды	4	5, 7
Дидактическая единица: Общие свойства направляемых электромагнитных волн, направляющие системы		
Направляющие системы.	5	10, 11, 7, 8, 9
Дидактическая единица: Дифракция электромагнитных волн на различных препятствиях, основы методов решения задач дифракции		
Область пространства существенная для образования луча.	8	10, 9
Дидактическая единица: Рефракция электромагнитных волн		
Ионосферное распространение радиоволн.	2	4

Практические занятия

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 5			
Модуль: Электродинамические системы			
Дидактическая единица: Основные теоремы и принципы в теории электромагнитных волн			
Элементы векторного анализа	усваивает способы перевода символической записи операторов в расчетные формулы	2	2
Дидактическая единица: Плоские волны в однородных изотропных, анизотропных и гиротропных средах			
Энергетические и кинематические параметры ЭМ - волны	устанавливает связь между параметрами однородной плоской волны с ЭМ - параметрами однородной изотропной среды	2	10, 3, 8
Модуль: Расчет параметров ЭД - систем: элементарные излучатели, направляющие системы и резонаторы, линии связи			
Дидактическая единица: Решение уравнений Максвелла при			

заданных источниках, электродинамические потенциалы, плоские и сферические волны			
Структура поля и параметры элементарного излучателя	Устанавливает связь между параметрами сферической волны и параметрами элементарного излучателя	4	10, 11, 2, 3, 8
Модуль: Математические модели ЭД - систем			
Дидактическая единица: поведение векторов электромагнитного поля на границе раздела сред			
Поверхностные эффекты	устанавливает связь параметров неоднородной плоской волны с параметрами кусочно - неоднородной среды	2	10, 11, 2, 3, 8
Дидактическая единица: Общие свойства направляемых электромагнитных волн, направляющие системы			
Структура полей и параметры волновода	устанавливает связь геометрических и ЭД - параметров системы с параметрами волноводных волн	2	10, 11
Дидактическая единица: Резонаторы			
Структура полей и параметры резонатора	устанавливает связь геометрических и ЭД - параметров системы с параметрами колебаний в резонаторе	2	10, 11
Дидактическая единица: Дифракция электромагнитных волн на различных препятствиях, основы методов решения задач дифракции			
Зоны Френеля, формула Введенского	определяет зависимость структуры поля от характера взаимного расположения источника и неоднородности среды	2	10, 11, 9
Дидактическая единица: Рефракция электромагнитных волн			
Ионосферные волны	определяет параметры мод ЭМ - волны в анизотропной среде	2	4

Лабораторная работа

Таблица 4.3

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 5			
Модуль: Электродинамические системы			
Дидактическая единица: Элементы направляющих систем и трактов СВЧ.			
Измерительная линия	Устанавливает связь параметров нагрузки с параметрами волны	4	10, 11
Модуль: Математические модели ЭД - систем			
Дидактическая единица: Элементы направляющих систем и трактов СВЧ.			
Линия передачи с Т - волной	Измеряет структуру поля в электродинамических системах	4	10, 11
Дидактическая единица: Общие свойства направляемых электромагнитных волн, направляющие системы			
Волновод	Устанавливает связь параметров излучателей и неоднородностей в волноводе с параметрами волноводных мод	4	10, 11
Дидактическая единица: Резонаторы			
Резонатор	Устанавливает связь параметров элементов связи и неоднородностей в резонаторе с параметрами собственных колебаний	4	10, 11
Дидактическая единица: Дифракция электромагнитных волн на различных препятствиях, основы методов решения задач дифракции			
Усилитель (дифракция)	Изучает эффекты дифракции в излучающих системах	2	10, 11

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 5, РГЗ

Расчетно-графическое задание (40 часов).

Примеры типовых заданий

Прямоугольный волновод.

- Для прямоугольного волновода с размерами поперечного сечения $a \times b$ в заданном диапазоне частот:
- Определить типы волн, распространяющиеся в нем;
- Для низшего типа волны рассчитать и построить зависимости следующих параметров от частоты (длины волны): $\beta, v_{\phi}, v_{\phi\phi}, W^{H,E}, \alpha, P_{\phi\phi}$;
- Показать на эскизе способы связи волновода с питающей линией для возбуждения волны низшего типа и первого высшего;
- Изобразить картины силовых линий полей для первых пяти типов волн (с пояснениями), а также линии токов проводимости и смещения для низшего типа поля. Дать пояснения.

Вариант 1.

$a = 14$ мм, $b = 10$ мм, $12.0 \leq f \leq 19.0$ ГГц.

Материал – алюминий.

Вариант 2.

$a = 47.55$ мм, $b = 22.15$ мм, $4.5 \leq f \leq 7.8$ ГГц.

Материал – латунь.

Семестр- 5, Подготовка к занятиям

Подготовка к лекциям, лабораторным работам и практическим занятиям (41 час).

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Вводная часть

Для аттестации студентов по дисциплине используется рейтинговая система. Сумма баллов за текущую деятельность в семестре составляет не более 60 баллов. Количество баллов по итоговой аттестации (экзамен) не превышает 40 баллов. В течение 3 семестра необходимо выполнить и защитить 5 лабораторных работ, РГЗ, решить задачи на практических занятиях, установленные учебным графиком (см. таблицу).

Правила текущей аттестации

1. К защите лабораторной работы и РГЗ допускается студент, выполнивший соответствующее задание в полном объеме и представивший отчет.
2. На защите студент должен ответить на 2-3 теоретических вопроса и 1-2 вопроса по порядку выполнения работы.
3. Максимальное количество баллов, соответствующее оценке "отлично", выставляется, если студент исчерпывающе ответил на все вопросы. Минимальное количество баллов, равное половине от максимального и соответствующее оценке "удовлетворительно", выставляется, если при защите были выявлены серьезные недочеты. Среднее количество баллов выставляется в промежуточном случае (см. шкалу баллов в таблице).
4. Пересдача лабораторной работы или РГЗ назначается в случае, если студент не ориентируется в учебном материале, не может объяснить ход и результаты выполнения работы. Пересдача, как и невыполнение учебного графика в срок, сопровождается снижением максимального количества баллов на 30%.

Правила итоговой аттестации

1. К экзамену допускаются студенты, набравшие не менее 30 баллов по результатам текущего рейтинга (таблица 6.1).
2. В билет входит 3 теоретических вопроса.
3. 34-40 баллов выставляется, если все задания выполнены полностью, без серьезных замечаний. 27-33 баллов - если без серьезных замечаний выполнены 2 задания из трех. 20-26 баллов - если выполнены два задания из трех, но с серьезными замечаниями.

Таблица 6.1

	Вид учебной работы	Диапазон баллов	Срок выполнения (неделя семестра)
1	Лабораторная работа 1	3-6	2
2	Лабораторная работа 2	3-6	6
3	Лабораторная работа 3	3-6	10
4	Лабораторная работа 4	3-6	14
5	Лабораторная работа 5	3-6	16
6	Практические занятия	9-18	17
7	Защита РГЗ	6-12	15-16
Итого по текущему рейтингу		30-60	
8	Экзамен	20-40	
Итого по дисциплине		85-100 (отл.) 68-84 (хор.) 50-67 (удовл.)	

Для получения допуска к экзамену студент должен набрать не менее 30 баллов по позициям 1 - 7 таблицы 6.1.

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Петров Б. М. Электродинамика и распространение радиоволн : учебник для вузов по направлению "Радиотехника" и специальностям "Радиотехника", "Радиофизика и электроника", "Бытовая радиоэлектронная аппаратура" / Б. М. Петров. - М., 2007. - 558 с. : ил. - Рекомендовано МО.

7.2 Дополнительная литература

В печатном виде

1. Никольский В. В. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие для радиотехнических специальностей вузов / В. В. Никольский. - М., 1989. - 543 с. : ил.
2. Лебедев И. В. Техника и приборы СВЧ. Т. I. Техника сверхвысоких частот : Учебник по спец. "Электрон. приборы" / И. В. Лебедев; Под ред. Н. Д. Девяткова. - М., 1970. - 439 с.
3. Парселл Э. Электричество и магнетизм. Берклеевский курс физики : [учебное пособие для вузов по направлениям 510000 "Естественные науки и математика", 550000 "Технические науки", 540000 "Педагогические науки" : пер. с англ.] / Э. Парселл. - СПб. [и др.], 2005. - 415 с. : ил.
4. Пименов Ю. В. Техническая электродинамика : Учеб. пособие для вузов / Ю. В. Пименов, В. И. Вольман, А. Д. Муравцов; Под ред. Ю. В. Пименова. - М., 2000. - 536 с. : ил.

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Сборник задач по курсу "Электродинамика и распространение радиоволн" : учебное пособие / Баскаков С. И. [и др.] ; под ред. Баскакова С. И. - М., 1981. - 208 с. : ил.
2. Электродинамика и распространение радиоволн : методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Электродинамика и распространение радиоволн" для всех форм обучения 3 курса факультета "Радиотехника и электроника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, М. А. Степанов]. - Новосибирск, 2010. - 39, [2] с. : ил.

В электронном виде

1. Электродинамика и распространение радиоволн : методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Электродинамика и распространение радиоволн" для всех форм обучения 3 курса факультета "Радиотехника и электроника" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, М. А. Степанов]. - Новосибирск, 2010. - 39, [2] с. : ил. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2010/3823.pdf>

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

Вопросы к экзамену

1. Электромагнитные поля в продольно однородных системах. Представление поперечных компонент поля через продольные. Классификация плоских волн. Коэффициенты распространения в однородном заполнении.
2. Длина и фазовая скорость направляемых волн. Электромагнитные волны в прямоугольном волноводе. Характеристические параметры волновода. Основная волна прямоугольного волновода.
3. Высшие типы волн. Лучевая картина распространения основной волны. Геометрическая интерпретация отсечки волны. Геометрическая интерпретация длины волны.
4. Круглый волновод. Типы волн круглого волновода. Е и Н-волны круглого волновода. Критические частоты круглого волновода. Волноводы сложных сечений.
5. Многосвязные направляющие системы. Линии передачи с волнами типа Т (ТЕМ). Вывод телеграфных уравнений из уравнений Максвелла. Коаксиальная линия. Высшие типы волн коаксиальной линии.
6. Полосковые и микрополосковые; щелевые, копланарные линии передачи.
7. Диэлектрические и оптические волноводы. Особенности диэлектрических волноводов. Лучевая картина в диэлектрическом волноводе. Эффективное сечение диэлектрического волновода. Анализ круглого диэлектрического волновода.
8. Разновидности объемных резонаторов. Направляющая система и объемный резонатор. Резонаторы произвольной формы. Свободные колебания при поглощении. Прямоугольный резонатор. Цилиндрический резонатор.
9. Коаксиальный резонатор. Резонаторы, близкие к квазистационарным. Периодические системы. Импедансные поверхности. Квазиоптические направляющие системы и резонаторы.
10. Сторонний ток и поле излучения. Преобразование и анализ решения. Элементарный электрический излучатель. Характеристики излучения диполя Герца. Магнитные источники и принцип двойственности. Задача об элементарном магнитном излучателе с точки зрения принципа двойственности.
11. Обобщенная задача об излучении и принцип Гюйгенса. Симметричные уравнения Максвелла и обобщенная задача об излучении.
12. Эквивалентные поверхностные источники и принцип Гюйгенса. Элемент Гюйгенса. Принцип взаимности. Явление дифракции и электродинамические задачи. Общее представление о дифракции.
13. Постановка задачи дифракции. Предельные случаи. Метод Гюйгенса-Кирхгофа. Интегральные характеристики дифракции.
14. Дифракция Фраунгофера на отверстиях. Применение метода Гюйгенса-Кирхгофа. Поле дифракции Фраунгофера. Дифракция Френеля на отверстиях.
15. Исследование дифракции Френеля. Дополнительные интерпретации (дифракции Френеля). Зоны Френеля. Взаимно дополнительные экраны. Принцип Бабинне.
16. Распространение радиоволн. Представление о радиолиниях. Распространение радиоволн в свободном пространстве. Радиоволны в природных условиях. Диапазоны радиоволн. Влияние поверхности Земли. Общий подход. Доминантная область (область, существенная для распространения радиоволн). Доминантная область (область, существенная для распространения радиоволн). Вывод на основе зон Френеля.
17. Геометрическая оптика и теория дифракции при анализе распространения радиоволн. Земные радиоволны. Распространение земных волн при неприменимости элементарной модели. Учет сферичности Земли.