

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет радиотехники и электроники

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан РЭФ

профессор, д.т.н. Хрусталева
Владимир Александрович

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

СВЧ антенны

ООП: специальность 210404.65 Многоканальные телекоммуникационные системы

Шифр по учебному плану: СД.ДС.4

Факультет: радиотехники и электроники очная форма обучения

Курс: 5, семестр: 9

Лекции: 34

Практические работы: - Лабораторные работы: 16

Курсовой проект: - Курсовая работа: - РГЗ: -

Самостоятельная работа: 50

Экзамен: - Зачет: 9

Всего: 100

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)

СД.ДС.4, дисциплины специализации

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры конструирования и технологии радиоэлектронных средств протокол № 5 от 04.07.2011

Программу разработал

доцент,

Денисов Анатолий Николаевич

Заведующий кафедрой

профессор, д.т.н.

Вострецов Алексей Геннадьевич

Ответственный за основную образовательную программу

профессор, д.т.н.

Вострецов Алексей Геннадьевич

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
СД.ДС.4	<p>Концептуальная записка по специальности 210404.65 Многоканальные телекоммуникационные системы:</p> <p>СД.ДС.4 СВЧ антенны 100час.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основы теории СВЧ антенн. Элементарный излучатель (электрический и магнитный диполь). Элемент Гюйгенса. Классификация антенн. Основные электрические характеристики антенн. 2. Излучение произвольной излучающей поверхности. Влияние фазовых и амплитудных искажений на ДН апертурных антенн. Понятие о КИП. 3. Излучение открытого конца волновода. Рупорные антенны. 4. Линзовые антенны и диэлектрические антенны. Антенны поверхностных волн. 5. Зеркальные антенны. 6. Щелевой излучатель и щелевые антенные решетки. 7. Элементы волноводного тракта 8. СВЧ - фильтры 9. Делители СВЧ - мощности <p>Требования П.4 ГОС по направлению 654400 Телекоммуникации (Регистрационный номер 20тех/дс). Квалификация - инженер:</p> <p>ДС.00 Дисциплины специализаций 512час.</p> <p>Квалификационные требования.</p>	100

	<p>Инженер должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых и используемых технических средств, материалов и их свойства; - методы исследования, правила и условия выполнения работ; - методы проведения технических расчетов и определения экономической эффективности исследований и разработок; - основные требования, предъявляемые к технической документации, материалам, изделиям; - постановления, распоряжения, приказы вышестоящих и других органов, методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы; - достижения науки и техники, передовой и зарубежный опыт в соответствующей выполняемой работе, области знаний; - перспективы технического развития и особенности деятельности учреждения, организации, предприятия; - основы экономики, организации производства, труда и управления; - основы трудового законодательства; - правила и нормы охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты. 	
--	---	--

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
<p>Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности</p>	<p>Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности) 654400 "Телекоммуникации" (210404.65 "Многоканальные телекоммуникационные системы").</p> <p>Направление подготовки дипломированного специалиста (квалификация - инженер) утверждено приказом Минобрнауки РФ № 686 от 02.03.2000 г. Регистрационный номер 20 тех/дс от 10. 03. 2000 г</p>

	Решение Ученого совета факультета РЭФ протокол № 5 от 23.05.2007
Адресат курса	Студенты 5 курса факультета РЭФ специальности 210404 "Многоканальные телекоммуникационные системы"
Основная цель (цели) дисциплины	<p>Курс СВЧ антенны входит в число специальных дисциплин программы подготовки инженера и включен в программу в связи с необходимостью обеспечения подготовки инженера и в соответствии с требованиями ГОС к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению подготовки дипломированного специалиста 210404 "Многоканальные телекоммуникационные системы".</p> <p>Цель преподавания дисциплины состоит в усвоении студентами основных теоретических понятий, расчетных методов и принципов конструирования современных устройств СВЧ и антенн, в подготовке к овладению современными методами проектирования СВЧ-устройств и антенн различных классов на основе специализированных САПР СВЧ</p> <p>В результате изучения курса студент должен знать типовые схемы устройств СВЧ: фильтров, фазовращателей, аттенуаторов, переключателей, направленных ответвителей, делителей СВЧ энергии, принципы узкополосного и широкополосного согласования, основные параметры приемных и передающих антенн, принцип построения и конструктивного исполнения антенных решеток, щелевых и апертурных антенн</p> <p>уметь использовать аппарат S - матриц рассеяния для математического моделирования СВЧ устройств, рассчитывать простейшие СВЧ устройства в волноводном, коаксиальном и микрополосковом исполнении, рассчитывать основные характеристики антенн: диаграмму направленности, коэффициенты направленного действия и усиления</p> <p>иметь навыки экспериментального определения частотных характеристик СВЧ устройств при помощи автоматизированных измерительных приборов, экспериментального определения электрических характеристик антенн</p>
Ядро дисциплины	Ядро курса составляют математические модели электромагнитного поля в различных средах, на границах раздела сред и в антенно-фидерных устройствах и устройствах СВЧ.
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Для успешного изучения курса студенту необходимо знать основные разделы таких дисциплин как "Высшая математика", "Физика", "Электротехника и электроника", "Радиофизика", "Теория электрической связи". Курс служит базой для последующего изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин.

Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Требования к начальной подготовке. Для успешного изучения курса студенту необходимо знать основные разделы таких дисциплин как "Высшая математика", "Физика", "Электротехника и электроника". Курс служит базой для последующего изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин.
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	Кроме лекций в курсе предусмотрены лабораторные работы, на которых студенты приобретают практические навыки теоретических расчетов и экспериментального исследования электромагнитных полей и волн в различных средах и устройствах. Оценка знаний и умений студентов проводится в течение обучения при защите лабораторных работ. Итоговый контроль знаний и их оценка проводится на экзамене в конце 7 семестра.

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	О принципах работы СВЧ антенн.
2	О тенденциях развития антенн СВЧ диапазона.
3	Об электромагнитных полях приемных и передающих антенн.
знать	
4	Основные понятия теории электромагнитного поля
5	Уравнения Максвелла
6	Основные свойства монохроматических полей
7	Энергетические характеристики электромагнитного поля
8	Характеристики поля у границы раздела сред
9	Теорию излучения и дифракции электромагнитных волн
10	Особенности направляемых электромагнитных волн
11	Основные линии передачи электромагнитных волн
12	Основные свойства объемных резонаторов
13	Основные элементы волноводного тракта?
14	Основные теории согласования в линиях передачи
15	Волноводные узлы с ферритами
уметь	
16	Проводить расчеты основных параметров электромагнитных полей и процессов в различных средах и устройствах
17	Производить самостоятельный выбор метода исследования или расчета электромагнитного процесса
18	Планировать свою деятельность на лабораторных занятиях, при выполнении курсовой работы
иметь опыт (владеть)	
19	Правильно применять контрольно-измерительные приборы при экспериментальных исследованиях

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 9		
Модуль: 1. Основы теории СВЧ антенн.		
Дидактическая единица: Элементарный излучатель		
1. Основы теории СВЧ антенн. Элементарный излучатель (электрический и магнитный диполь). Элемент Гюйгенса. Классификация антенн. Основные электрические характеристики антенн.	2	1, 10, 2

2. Излучение произвольной излучающей поверхности. Влияние фазовых и амплитудных искажений на ДН апертурных антенн. Понятие о КИП.	4	10, 3, 4, 5, 6
Дидактическая единица: Антенны СВЧ		
3. Излучение открытого конца волновода. Рупорные антенны.	4	10, 11, 7, 8
4. Линзовые антенны и диэлектрические антенны. Антенны поверхностных волн.	4	5, 6, 7, 9
5. Зеркальные антенны.	6	10, 2, 3, 5, 7
6. Щелевой излучатель и щелевые антенные решетки.	6	1, 2, 3, 6, 7, 9
Модуль: 2. Устройства СВЧ		
Дидактическая единица: Устройства СВЧ		
7. Согласующие СВЧ - устройства.	4	13, 14, 15, 16
8. СВЧ - фильтры. 2	2	12, 13, 16
9. Делители СВЧ - мощности.	2	13, 4, 8

Лабораторная работа

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 9			
Модуль: 2. Устройства СВЧ			
Дидактическая единица: Устройства СВЧ			
Лабораторная работа №1. Исследование параметров ЭМВ в прямоугольном волноводе.	Изучение особенностей направляемых ЭМВ, волноводные линии передачи,	4	10, 11, 16, 18, 19, 2
Лабораторная работа №2. Исследование СВЧ объемных резонаторов.	Исследование основных свойств объемных резонаторов, получение практических навыков исследования элементов волноводного тракта.	4	12, 16, 17, 18, 19, 8
Лабораторная работа №3. Исследование неоднородностей в трактах СВЧ.	Изучение теории согласования в линиях передачи, расчетов основных процессов в линии передачи с неоднородностями.	4	13, 14, 16, 18, 19
Модуль: 1. Основы теории СВЧ антенн.			
Дидактическая единица: Элементарный излучатель			

Лабораторная работа №4. Исследование элементарных излучателей.	Изучение принципов работы СВЧ антенн, электромагнитные поля приемных и передающих антенн	4	1, 16, 17, 18, 19, 9
---	--	---	----------------------

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 9, Подготовка к зачету

20 час.

Семестр- 9, Подготовка к занятиям

лекции - 18 час.

лаб. работы - 12 час.

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Все виды работ студента в семестре оцениваются **рейтингом**. Рейтинговая оценка учитывается на экзамене. Если рейтинг ниже достаточного студент не допускается до экзамена. Ниже в таблице приведена рейтинговая система оценки работы студента по отдельным видам деятельности.

Вид деятельности	Максимальный рейтинг	Достаточный рейтинг
Лабораторные работы Зачет	50	30
ИТОГО	100	55

Итоговый контроль студента по курсу РТУ проводится на зачете в конце четвертого курса. Зачет проводится письменно. Выставляется итоговая оценка с учетом текущей работы (рейтинга). К зачету допускаются студенты выполнившие и защитившие все лабораторные работы.

Приблизительное соотношение рейтинговых оценок

- менее 50 баллов - неудовлетворительно;
- 50...100 баллов - зачтено.

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн : [учебник для вузов по специальности 2011 (Радиовещание, радиосвязь, телевидение)] / Г. А. Ерохин [и др.] ; под ред. Г. А. Ерохина. - М., 2007. - 491 с. : ил. - На тит. л. и обл. авт.: О. В. Чернов. - В вып. дан. : О. В. Чернышев. - Рекомендовано МО.

7.2 Дополнительная литература

В печатном виде

1. Алмазов-Долженко К. И. Техническая электродинамика и устройства СВЧ : учебное пособие для вузов по специальности 200800 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" направления подготовки дипломированных специалистов 654300 "Проектирование и технология электронных средств" / К. И. Алмазов-Долженко, А. И. Королёв ; Моск. гос. ин-т радиотехники, электроники и автоматики (Технический университет). - М., 2006. - 262 с., [4] л. ил. : ил. - Рекомендовано УМО.
2. Воскресенский Д. И. Антенны с обработкой сигнала : учебное пособие для вузов по направлению 654200 "Радиотехника" / Д. И. Воскресенский. - М., 2002. - 80 с.
3. Воскресенский Д. И. Антенны сверхвысоких частот. Ч. 1 : конспект лекций : учебное пособие / Д. И. Воскресенский. - М., 1971. - 149, [1] с. : ил., схемы
4. Нефёдов Е. И. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн : [учебник для образовательных учреждений среднего профессионального образования] / Е. И. Нефёдов. - М., 2006. - 315, [1] с. : ил. - Рекомендовано МО.
5. Нефёдов Е. И. Устройства СВЧ и антенны : [учебное пособие по специальностям направления "Радиотехника"] / Е. И. Нефёдов. - М., 2009. - 375, [1] с. : ил., табл.
6. Никольский В. В. Электродинамика и распространение радиоволн / В. В. Никольский, Т. И. Никольская. - М., 2011. - , [] с.
7. Обуховец В. А. Микрополосковые отражательные антенные решетки : методы проектирования и численное моделирование / В. А. Обуховец, А. О. Касьянов. - М., 2006. - 239 с. : ил.
8. Сазонов Д. М. Антенны и устройства СВЧ : учебник для вузов по специальности "Радиотехника" / Д. М. Сазонов. - М., 1988. - 430, [2] с. : ил. - Рекомендовано МО.
9. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн : учебник для вузов по специальности 2011 (Радиовещание, радиосвязь, телевидение) / Г. А. Ерохин [и др.] ; под ред. Г. А. Ерохина. - М., 2004. - 491 с. : ил. - Рекомендовано МО.
10. Антенны и устройства СВЧ (Проектирование фазированных антенных решеток) : учебное пособие для радиотехнических спец. вузов / Воскресенский Д. И., Грановская Р. А., Давыдова Н. С. и др. ; под ред. Воскресенского Д. И. - М., 1981. - 431 с.
11. Андрусевич Л. К. Антенны и распространение радиоволн : [учебник для вузов] / Л. К. Андрусевич, А. А. Ищук, К. А. Лайко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 393, [2] с. : ил.
12. Антенны и устройства СВЧ : программа, метод. указания и контрол. задания для 5 курса РТФ (специальность 0701) заоч. отд-ния / Новосиб. электротехн. ин-т ; [сост. В. А. Леонтьев, В. Ф. Постников, Г. С. Шадрина]. - Новосибирск, 1988. - 31 с. : табл.

В электронном виде

1. Нефедов Е. И. Устройства СВЧ и антенны : [учебное пособие по специальностям направления "Радиотехника"] / Е. И. Нефёдов. - М., 2009. - 375, [1] с. : ил., табл.
2. Андрусевич Л. К. Антенны и распространение радиоволн : [учебник для вузов] / Л. К. Андрусевич, А. А. Ищук, К. А. Лайко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 393, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/tutorials/2006/2006_andrusevich.pdf

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Проектирование антенн сверхвысоких частот в САПР "CST MICROWAVE STUDIO" : методические указания к курсовой работе для факультета "Радиотехника и электроника" (образовательные программы 210300 - Радиотехника и 210400 - Телекоммуникации) всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, М. А. Степанов, Н. Э. Унру]. - Новосибирск, 2011. - 51, [2] с. : ил.

В электронном виде

1. Проектирование антенн сверхвысоких частот в САПР "CST MICROWAVE STUDIO" : методические указания к курсовой работе для факультета "Радиотехника и электроника" (образовательные программы 210300 - Радиотехника и 210400 - Телекоммуникации) всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: А. П. Горбачев, М. А. Степанов, Н. Э. Унру]. - Новосибирск, 2011. - 51, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2011/11_3999.pdf

9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

8. Контролирующие материалы.

Итоговый тест может быть использован как средство контроля остаточных знаний студентов (продолжительность тестового испытания 75 мин)

Количество вариантов-7

Количество заданий в каждом варианте-5

Количество карточек-35(варианты чередуются с перестановкой задач)

Ниже для примера приведены два варианта заданий (первый и седьмой)

Вариант 1.

1. Определите силу взаимодействия на единицу длины двух параллельных проводников с током, если расстояние между ними 10см, токи по 5А текут в одном направлении. Толщиной проводников пренебречь.
2. Напишите выражение для величины вектора электрического поля на расстоянии R от бесконечной плоскости с поверхностной плотностью заряда σ (Кл/м²).
3. Определите фазовую скорость и длину волны поля плоской однородной волны, распространяющейся в полиэтилене ($\epsilon = 2.25$; $\mu = 1$), если $f_0 = 200$ МГц.
4. Определите мощность изотропного излучателя, если на расстоянии $r = 10$ м от него объемная плотность энергии ЭМВ, равна $w = 1$ Дж/м³.
5. Определите размеры медного прямоугольного волновода (a b) для передачи сигнала в полосе от 3.2 до 4.0 ГГц в одномодовом режиме.

Вариант 7.

1. Определите угол Брюстера для плоской параллельно-поляризованной ЭМВ и плоской пластины из полиэтилена ($\epsilon = 2.25$).
2. Определите напряженность электрического поля E на расстоянии 10 км от электрического вибратора длиной $l = 10$ см при токе $I = 10$ А на частоте $f_0 = 200$ МГц.
3. Определите коэффициент затухания круглого волновода диаметром 5 см на волне Н₁₁ на частотах $f/f_{кр} = 0.9; 0.99; 1.00$. Потерями в металле можно пренебречь.
4. Изобразите схему согласующего устройства тремя реактивностями. Поясните принцип его работ.
5. Определите резонансную частоту колебательной системы, выполненной из отрезка коаксиальной линии длиной 100 мм, заполненной полиэтиленом ($\epsilon = 2.25$). Одна сторона линии короткозамкнута, а другая нагружена на емкость $C = 10$ -11 Ф. Диаметры коаксиальной линии равны $D = 20$ мм; $d = 10$ мм.