

Федеральное агентство по образованию
САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО

Кафедра радиофизики и
нелинейной динамики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **ТЕОРИЯ СВЧ-ЦЕПЕЙ**

для специальности 014200 - Биохимическая физика

реализуемой на физическом факультете

Саратов 2006 год

Рабочая программа
составлена в соответствии
с Государственным стандартом
высшего профессионального образования
по специальности 014200 – БИОХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА
(номер государственной регистрации 272 ен/сп от 27.03.2000 г.)

<p style="text-align: center;">ОДОБРЕНО:</p> <p>Председатель учебно-методической комиссии физического факультета, профессор _____ В.Л.Дербов _____ 2006 г.</p>		<p style="text-align: center;">УТВЕРЖДАЮ:</p> <p>Проректор по учебной работе, профессор _____ Е.М. Первушов _____ 2006 г.</p>
---	--	--

СОГЛАСОВАНО:

Декан физического факультета,
профессор _____

Д.А.Зимняков

Заведующий кафедрой радиофизики и
нелинейной динамики физического факультета,
профессор _____

В.С.Анищенко

Вид учебной работы	Бюджет времени по формам обучения, час				
	очная		очно-заочная	заочная	
	полная программа	ускоренные сроки		полная программа	ускоренные сроки
Аудиторные занятия, всего	54				
в том числе:					
- лекции	36				
- лабораторные (практические)	-				
- семинарские	18				
Самостоятельная работа студентов	2				
Зачеты, +/-	-				
Экзамены, +/-	+				
Контрольные работы, количество	1				
Курсовая работа, +/-	-				

Автор: профессор кафедры радиофизики и
нелинейной динамики, профессор, д.ф.-м.н.

А.П.Четвериков

Раздел 1. Организационно-методическое сопровождение

Курс «Теория СВЧ-цепей» читается студентам дневного отделения кафедры радиофизики и нелинейной динамики, обучающихся по специальности 014200 – биохимическая физика. Курс читается в течение 9-го учебного семестра и включает 36 часов лекций, 18 часов семинарских занятий и 2 часа самостоятельной работы.

Цель курса состоит в обучении студентов методам анализа радиотехнических устройств сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона электромагнитных сигналов. Предметом курса являются линейные пассивные СВЧ устройства, которые рассматриваются как многополюсники. Студенты знакомятся с характеристиками типичных СВЧ линий передач и СВЧ преобразователей и методами их теоретического описания. Занимаясь самостоятельной работой, студенты изучают в деталях отдельные проблемы в рамках курса.

Раздел 2. Тематический план учебной дисциплины

№ п/п	Наименование раздела, подраздела, темы лекции	Бюджет учебного времени					Форма текущего и итогового контроля
		Всего	в том числе				
			лекции	лабораторные и практические	семинарские занятия	самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7	8
Очная полная программа							
	Введение	4	2		-	-	-
1.	Общие свойства многополюсников на СВЧ	10.5	6		4	0.5	экзамен
1.1.	Описание многополюсников матрицами		2				экзамен
1.2.	Симметричные устройства		2				экзамен
1.3.	Соединения многополюсников		2				экзамен
2.	Двух-, четырех-, шести- и восьмиполусники	31	20		10	1	контрольная работа
2.1.	Двухполюсники СВЧ		2				экзамен
2.2.	Четырехполюсники		2				экзамен
2.3.	Матрицы четырехполюсников		2				экзамен
2.4.	Соединения четырехполюсников		2				экзамен
2.5.	Согласования линий передач с нагрузкой		4				экзамен
2.6.	Широкополосное согласование		2				экзамен
2.7.	Шестиполусники		2				экзамен
2.8.	Восьмиполусники		2				экзамен

2.9.	Широкополосные ответвители		2				экзамен
3.	Линии передачи	12.5	8		4	0.5	экзамен
3.1.	Характеристики распространения волн		2				экзамен
3.2.	Полые волноводы		2				экзамен
3.3.	Диэлектрические волноводы		2				экзамен
3.4.	Многопроводные линии передачи		2				экзамен
Итого:		56	36		18	2	экзамен

Раздел 3. Содержание учебной дисциплины

Введение. Предмет изучения: линейные пассивные устройства в диапазоне от дециметровых до миллиметровых длин волн. Учет волновых свойств. Два подхода к описанию СВЧ устройств: электродинамический и радиотехнический. Области применения и соотношение волновых и радиотехнических понятий. Классификация СВЧ устройств.

1. Общие свойства многополюсников на СВЧ

1.1. Описание многополюсников матрицами. Подводящие линии. Порядок матриц, описывающих многополюсники. Одномодовый и многомодовый режимы. Классические матрицы. Волновые матрицы. Нормирование классических матриц сопротивления и проводимостей. Нормированные амплитуды волн тока и напряжения. Вывод соотношений между классическими и волновыми матрицами. Свойства взаимности многополюсников. Симметричность матриц для взаимных устройств. Реактивные многополюсники. Классические и волновые матрицы для реактивных устройств. Вывод условия унитарности матрицы рассеяния для реактивных многополюсников. Изменения коэффициентов матрицы рассеяния при смещении входных сечений.

1.2. Симметричные устройства. Понятие симметрии. Примеры симметричных устройств (симметричный четырехполюсник, симметричный тройник). Оператор симметрии и правила его построения. Число базовых симметрий. Матрица рассеяния для симметричных устройств. Свойство коммутативности матриц рассеяния и отражения. Использование свойств взаимности, реактивности и симметричности многополюсников для определения некоторых свойств коэффициентов матрицы рассеяния.

1.3. Соединения многополюсников. Определение коэффициентов матрицы рассеяния многополюсника, нагруженного на заданную нагрузку. Вывод формул пересчета коэффициентов. Каскадное соединение многополюсников. Определение матрицы каскада многополюсников. Матрица связи.

2. Двух-, четырех-, шести- и восьмиполюсники

2.1. Двухполюсники СВЧ. Вырождение матриц двуполюсника в скаляры. Соединение двуполюсников (последовательное и параллельное). Реактивные двуполюсники. Теорема Фостера. Рассеивающий двуполюсник. Теорема Дарлингтона. Связь коэффициента отражения с входным сопротивлением. Дуальные двуполюсники. Классификация нагрузок.

2.2. Четырехполюсники СВЧ. Виды четырехполюсников. Отрезки передающих линий. Атенюаторы: принцип действия и устройство. Перестраиваемые фазовращатели, их устройство. Невзаимные аттенюаторы и фазовращатели. На основе ферритов. Трансформаторы соединений.

2.3. Матрицы четырехполюсников. Классические и волновые матрицы, описывающие четырехполюсники. Матрица передачи (классическая и волновая). Связь матрицы передачи с другими матрицами. Симметричный четырехполюсник. Оператор симметрии и свойства симметричного четырехполюсника. Антисимметричный четырехполюсник и его свойства.

Резонансный четырехполюсник. Входное сопротивление четырехполюсника. Входной коэффициент отражения четырехполюсника, нагруженного на заданную нагрузку. Матрицы рассеяния и передачи отрезка передающей линии. Вносимые потери четырехполюсника. Взаимные, реактивные, симметричные четырехполюсники. Минимальное число параметров, описывающих взаимный, реактивный и симметричный четырехполюсник.

2.4. Соединения четырехполюсников. Виды соединений: последовательное, параллельное, каскадное. Методы расчета соединения четырехполюсников.

2.5. Использование четырехполюсников для согласования линий передач с нагрузкой. Принципы согласования. Активная и реактивная нагрузки линии. Комплексные нагрузки. Согласование линии с нагрузкой посредством реактивного четырехполюсника. Вывод условий согласования. Диэлектрический трансформатор сопротивлений. Согласование посредством короткозамкнутых шлейфов. Четвертьволновый согласующий переход, его частотные свойства.

2.6. Широкополосное согласование. Многоступенчатые согласующие переходы. Принцип действия. Входной коэффициент отражения. Способы выбора коэффициентов отражения ступенек. Переход с максимально-плавной характеристикой. Переход с чебышевским распределением. Плавный согласующий переход. Примеры расчетов.

2.7. Шестиполюсники – волноводные тройники. Анализ E- и H-тройников на основе прямоугольного волновода. Определение коэффициентов матрицы рассеяния. О невозможности полного согласования тройников.

2.8. Восьмиполюсники СВЧ. Направленные ответвители: принцип действия. Частотные свойства ответвителя с двумя отверстиями. Ответвитель как восьмиполюсник. Определение коэффициентов матрицы рассеяния симметричного идеального ответвителя. Теоремы об ответвителях. Неидеальный ответвитель. Коэффициент направленности.

2.9. Широкополосные ответвители. Использование ответвителей с большим числом отверстий для увеличения полосы частот. Расчет широкополосных направленных ответвителей.

3. Линии передачи

3.1. Характеристики распространения волн в линиях передачи. Волны в однородных линиях, волновые уравнения. E, H и T волны. Дисперсионные уравнения. Токи в линиях. Коэффициент отражения и КСВ, характеристическое сопротивление. Потери в линиях. Потери в металле и диэлектрике, их частотная зависимость. Максимальная пропускная мощность линии.

3.2. Полые волноводы. Прямоугольный волновод: типы волн, дисперсия, критическая частота, одномодовый режим работы. Продольные и поперечные токи в стенках прямоугольного волновода. Круглый волновод: типы волн, потери в стенках. П- и H-волноводы.

3.3. Диэлектрические волноводы. Механизм распространения и фазовая скорость волн в диэлектрическом волноводе. Типы волн в диэлектрическом волноводе.

3.4. Многопроводные линии передачи. T-волны в многопроводных линиях. Число T-волн. Структура полей в многопроводных линиях. Коаксиальный волновод. Характеристическое сопротивление коаксиального волновода. Потери в коаксиальном волноводе. Полосковые линии. Симметричные и несимметричные линии. Характеристическое сопротивление полосковой линии. Связанные полосковые линии. Синфазное и противофазное возбуждения. Достоинства и недостатки полосковых линий.

Виды самостоятельной работы студента: изучение литературных источников (2 часа)

Раздел 4. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература

1. А.Д.Григорьев. Электродинамика и техника СВЧ. М.: Высшая школа, 1990
2. Д.М.Сазонов, А.Н.Гридин, Б.М.Мишустин. Устройства СВЧ. М.: Высшая школа, 1981
3. Ж.Будурис, П.Шеневье. Цепи сверхвысоких частот. М., Сов. Радио, 1979
4. Дж.Альтман. Устройства СВЧ М.: Мир, 1986

Дополнительная литература

1. А.Л. Фельдштейн, Л.Р.Явич. Синтез четырехполюсников и восьмиполусников на СВЧ М.: Связь, 1971
2. Дж.Хелзайн. Пассивные и активные цепи СВЧ. М.: Радио и связь, 1981
3. В.Фуско. СВЧ цепи. Анализ и автоматизированное проектирование. М.: Радио и связь, 1990

Раздел 5. Перечень средств обучения

Материал лекций, основная и дополнительная литература, работа с компьютером.

Раздел 6. Вопросы к курсу

1. Радиотехнический и электродинамический подход к описанию СВЧ устройств.
2. Матрицы многополюсников.
3. Свойства матриц многополюсников.
4. Реактивные многополюсники.
5. Схемы соединения многополюсников
6. Двухполюсники СВЧ.
7. Четырехполюсники СВЧ.
8. Классические и волновые матрицы четырехполюсника.
9. Соединения четырехполюсников.
10. Согласование четырехполюсников с линиями передач с нагрузкой.
11. Диэлектрический трансформатор сопротивлений и четвертьволновый согласующий переход.
12. Широкополосное согласование с помощью многоступенчатого согласующего перехода.
13. Многоступенчатый согласующий переход
14. Чебышевский переход
15. Плавный согласующий переход.
16. Коэффициенты матрицы рассеяния шестиполусника.
17. Направленные ответвители.
18. Широкополосные ответвители.
19. Характеристики распространения волн в линиях передачи
20. Прямоугольный и круглый волноводы
21. Диэлектрические волноводы
22. Многопроводные линии передачи
23. Полосковые линии