

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

Кафедра радиофизики и нелинейной динамики

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине **МЕТОДЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОГО  
АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ**

для специальности 013800 – Радиофизика и электроника

реализуемой на физическом факультете

Саратов 2006 год

Рабочая программа  
составлена в соответствии  
с Государственным стандартом  
высшего профессионального образования  
по специальности 013800 – РАДИОФИЗИКА И ЭЛЕКТРОНИКА  
(номер государственной регистрации 170 ен/сп от 17.03.2000 г.)

<p style="text-align: center;"><b>ОДОБРЕНО:</b></p> <p>Председатель учебно-методической комиссии физического факультета, профессор _____ В.Л.Дербов _____ 2006 г.</p>		<p style="text-align: center;"><b>УТВЕРЖДАЮ:</b></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-за- очная	заочная	
	полная программа	ускорен- ные сроки		полная программа	ускоренные сроки
Аудиторные занятия, всего	36	-	-	-	-
в том числе: - лекции - лаборатор- ные (практические) - семинар- ские	36 - -	-	-	-	-
Самостоятельная работа студентов	32	-	-	-	-
Зачеты, +/-	+	-	-	-	-
Экзамены, +/-	-	-	-	-	-
Контрольные работы, количество	1	-	-	-	-
Курсовая работа, +/-	-	-	-	-	-

Заведующий кафедрой радиофизики и  
нелинейной динамики, профессор

В.С.Анищенко

Автор: доцент кафедры радиофизики и  
Нелинейной динамики, к.ф.-м.н.

А.С.Листов

## Раздел 1. Организационно-методическое сопровождение

Курс “Методы электродинамического анализа распределенных систем” читается студентам кафедры радиофизики и нелинейной динамики обучающимся по специальности 013800 – радиофизика и электроника. Курс читается в течение 9-го учебного семестра и включает 36 лекционных часов. Курс знакомит студентов с современными численными и аналитическо-численными методами расчета и применением их к анализу волноведущих и резонаторных систем СВЧ и КВЧ.

## 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
<b>Очная полная программа</b>							
	Введение	2	2				
1.	Математическая формулировка задач расчета электромагнитного поля электродинамических систем	4	4				
2.	Постановка задачи о свободных колебаниях (волнах)	4	4				
3.	Приближенные методы решения волноводных задач	18	8			10	контрольная
4.	Численные методы решения краевых задач	10	4			6	
5.	Электродинамическая теория микрополосковых линий	14	6			8	
6.	Приближенные методы расчета полых резонаторов	4	4				
7.	Неоднородности в волноводах	12	4			8	
<b>Итого:</b>		<b>68</b>	<b>36</b>			<b>32</b>	<b>зачет</b>

## Раздел 3. Содержание учебной дисциплины

### Введение.

Классификация основных вычислительных методов, их сравнительная характеристика границы, их применения. Некоторые сведения из функционального анализа, необходимые для обоснования применимости методов.

### 1. Математическая формулировка задач расчета электромагнитного поля электродинамических систем.

- 1.1. Исходные уравнения, векторный и скалярный потенциалы, векторы Герца, функция Грина.
- 1.2. Граничные условия, электрическая и магнитная стенки, условия на ребре, на бесконечности.
- 1.3. Дифференциальные электродинамические операторы условия их самосопряженности.
- 1.4. Электродинамические функционалы и интегральные операторы.
- 1.5. Три эквивалентные формулировки внутренней краевой задачи электродинамики.
2. Постановка задачи о свободных колебаниях (волнах).
- 2.1. Интегрирование уравнений Максвелла в криволинейных координатах.
- 2.2. Метод собственных функций, границы его применения.
3. Приближенные методы решения волноводных задач.
- 3.1. Метод частичных областей.
- 3.2. Метод Шварца.
- 3.3. Вариационный метод; методика выбора пробных функций.
- 3.4. Метод интегрального уравнения.
- 3.5. Методы, основанные на разложении решения в ряд.
- 3.6. Метод, основанный на применении интегрального представления Векуа.
- 3.7. Метод Винера-Хопфа. Два возможных подхода к получению функционального уравнения и способы его решения на примере разветвленного волновода.
4. Численные методы решения краевых задач, их сравнительная характеристика
- 4.1. Метод конечных разностей.
- 4.2. Метод конечных элементов.
5. Электродинамическая теория микрополосковых линий
- 5.1. Постановка задачи; сведение задачи к парным интегральным уравнениям (ПИУ)
- 5.2. Решение ПИУ методом факторизации.
- 5.3. Решение ПИУ методом Галеркина.
- 5.4. Экранированная микрополосковая линия.
6. Приближенные методы расчета полых резонаторов
- 6.1. Метод частичных областей.
- 6.2. вариационный метод; доказательство стационарности функционала для собственных частот; минимизация по Ритцу и Галеркину.
7. Неоднородности в волноводах
- 7.1. Емкостная и индуктивная диафрагмы; вариационная формулировка задачи и двусторонняя оценка решения.
- 7.2. Резонансный штырь и резонансная диафрагма.
- 7.3. Сочленения волноводов.

Виды самостоятельной работы студента:

проработка лекционного курса, чтение рекомендуемой литературы, разработка алгоритмов численных методов.

В конце лекционного курса проводится контрольная работа для проверки знаний студентов. Контрольная работа охватывает разделы 3,4,5,7.

#### **Раздел 4. Перечень литературы и средств обучения**

*Основная литература:*

1. В.А.Неганов, *Электродинамические методы проектирования устройств СВЧ и антенн.* – М.: Радио и связь, 2002.
2. А.Д.Григорьев, Б.Я.Янкевич. *Резонаторы и резонаторные замедляющие системы СВЧ. Численные методы расчета и проектирования.* – М.: Радио и связь, 1984.
3. Г.Ф.Загано, В.П.Ляпин, В.С.Михалевский. *Волноводы сложных сечений.* –М.: Радио и связь, 1986.

4. Б.З.Каценеленбаум. *Высокочастотная электродинамика. Основы математического аппарата.* –М.: Наука, 1966.
5. Г.Т. Марков, Е.Н. Васильев. *Математические методы прикладной электродинамики.* – М.: Советское радио, 1970.
6. Р.Миттра, С. Ли. *Аналитические методы теории волноводов.* –М.: Мир, 1974.
7. Ю. Швингер. *Неоднородности в волноводах // Зарубежная радиоэлектроника, 1970. №3, С. 4-106.*

*Дополнительная литература:*

8. В.В. Никольский. *Вариационные методы для внутренних задач электродинамики.* –М.: Наука, 1967.
10. А.С.Листов. *Методы решения внутренних краевых задач электродинамики СВЧ.* –Саратов.: Изд-во СГУ, 1995.
11. I.L. Ng. *Tabulation of methods for numerical solution of the hollow waveguides problem // IEEE Trans., 1974. Vol. MTT-22, №3 P. 322-329.*

## **Раздел 5. Перечень средств обучения**

– Материал лекций, основная и дополнительная литература, периодическая литература.

## **Раздел 6. Вопросы к курсу**

1. Уравнения Максвелла
2. Векторный и скалярный потенциалы, векторы Герца.
3. Граничные условия, электрическая и магнитная стенки, условия на ребре.
4. Дифференциальные электродинамические операторы.
5. Электродинамические функционалы
6. Интегральные операторы. Функция Грина
7. Интегрирование уравнений Максвелла в криволинейных координатах.
8. Метод собственных функций, границы его применения.
9. Метод частичных областей.
10. Метод Шварца.
11. Вариационный метод.
12. Метод интегрального уравнения.
13. Методы, основанные на разложении решения в ряд.
14. Метод Винера-Хопфа.
15. Метод конечных разностей.
16. Метод конечных элементов.
17. Парные интегральные уравнения (ПИУ) для микрополосковых линий
18. Решение ПИУ методом факторизации.
19. Решение ПИУ методом Галеркина.
20. Экранированная микрополосковая линия.
21. Емкостная и индуктивная диафрагмы
22. Резонансный штырь и резонансная диафрагма.
23. Сочленения волноводов.