

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

Кафедра радиофизики и  
нелинейной динамики

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине **РАДИОФИЗИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, часть II**

для специальности 010400 – физика

реализуемой на физическом факультете

Саратов 2006 год

Рабочая программа  
составлена в соответствии  
с Государственным стандартом  
высшего профессионального образования  
по специальности 010400 – ФИЗИКА  
(номер государственной регистрации 686 от 02.03.2004 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- заочная	Заочная	
	полная программа	ускорен- ные сроки		полная программа	ускоренные сроки
Аудиторные занятия, всего	72	-	-	-	-
в том числе:					
- лекции	36	-	-	-	-
- лабораторные (практические)	36	-	-	-	-
- семинарские	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа студентов	2	-	-	-	-
Зачеты, +/-	-	-	-	-	-
Экзамены, +/-	+	-	-	-	-
Контрольные работы, количество	-	-	-	-	-
Курсовая работа, +/-	-	-	-	-	-

Автор: проф., д.ф.-м.н.

В.С. Анищенко

### Раздел 1. Организационно-методическое сопровождение

Курс «Радиофизика и электроника, ч. II» читается студентам дневного отделения специальности 0104 – физика в течение 5-ого семестра в объеме 36 учебных лекционных часов и сопровождается лабораторными занятиями в практикуме по теории колебаний в объеме 36 часов. Курс обеспечивает кафедра радиофизики и нелинейной динамики физического факультета СГУ.

### 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	2	2	-	-	-	
1.	Динамические системы	4	4	-	-	-	
2.	Устойчивость динамических систем	9	5	4	-	-	
3.	Нелинейность	6	2	4	-	-	
4.	Линейный осциллятор	7	3	4	-	-	
5.	Нелинейный осциллятор	10	4	6	-	-	
6.	Параметрический резонанс	10	4	6	-	-	
7.	Автоколебания	13	6	6	-	1	
8.	Детерминированный хаос	13	6	6	-	1	
	Итого:	72	36	36	-	2	экзамен

### Раздел 3. Содержание учебной дисциплины

#### Введение.

- Различные колебательные процессы в природе. Колебательные системы.
- Теория колебаний как физическая и математическая дисциплина. Взаимосвязь теории колебаний с нелинейной динамикой, теорией хаоса, синергетикой и теорией диссипативных структур.

## **1. Динамические системы.**

- 1.1. Динамическая система и ее математическая модель.
- 1.2. Классификация динамических систем. Колебательные системы.
- 1.3. Регулярные и хаотические аттракторы как образы колебаний в фазовом пространстве системы.

## **2. Устойчивость динамических систем.**

- 2.1. Линейный анализ устойчивости, уравнения в вариациях.
- 2.2. Устойчивость состояний равновесия и периодических колебаний.
- 2.3. Бифуркации и катастрофы.
- 2.4. Бифуркации состояний равновесия и предельных циклов.

## **3. Нелинейность.**

- 3.1. Нелинейные элементы и нелинейные системы.
- 3.2. Неизохронность, ангармоничность колебаний, мультистабильность и гистерезис, хаотизация колебаний – следствия нелинейности динамических систем.
- 3.3. Состояния равновесия, их устойчивость и основы классификации (центр, узел, фокус, седло, седлофокус).

## **4. Линейный осциллятор.**

- 4.1. Консервативный линейный осциллятор. Состояние равновесия типа центр.
- 4.2. Влияние диссипации (равновесия типа узла и фокуса).
- 4.3. Общее решение уравнения линейного диссипативного осциллятора. Принцип суперпозиции.
- 4.4. Воздействие внешней гармонической силы на линейный осциллятор. Явление резонанса.

## **5. Нелинейный осциллятор.**

- 5.1. Примеры нелинейных осцилляторов.
- 5.2. Качественный анализ типов движения. Роль седел и сепаратрис. Фазовый портрет в виде цилиндра.
- 5.3. Влияние диссипации энергии в нелинейном осцилляторе.
- 5.4. Воздействие периодической силы на нелинейный осциллятор.
- 5.5. Нелинейный резонанс и гистерезис. Возможность реализации хаотических колебаний.

## **6. Параметрический резонанс.**

- 6.1. Параметрические колебания и параметрический резонанс.
- 6.2. Уравнения Матье и Хилла.
- 6.3. Бифуркационная диаграмма колебательного контура с периодическим изменением емкости.

## **7. Автоколебания.**

- 7.1. Генератор Ван дер Поля. Определение автоколебаний.
- 7.2. Устойчивый предельный цикл как математический образ автоколебаний.
- 7.3. Решение уравнения Ван дер Поля методом медленно меняющихся амплитуд.
- 7.4. Укороченные уравнения и их анализ. Мягкий и жесткий режим возбуждения колебаний.
- 7.5. Внешнее воздействие на генератор Ван дер Поля периодическим сигналом. Эффект синхронизации (захват частоты и фазы колебаний).

## **8. Детерминированный хаос.**

- 8.1. Примеры систем с хаотической динамикой.
- 8.2. Основные характеристики хаотических аттракторов.
- 8.3. Механизмы переходов к хаосу и их экспериментальная диагностика.
- 8.4. Связь между хаотической динамикой и неустойчивостью динамической системы.

Программа курса предусматривает 36 часов лабораторных занятий, на которых студенты должны научиться решать специальные задачи как аналитическими методами, так и с использованием компьютеров и лабораторных установок.

## **Раздел 4. Перечень основной и дополнительной литературы**

### **Основная литература:**

1. Л.И. Мандельштам, *Лекции по колебаниям*. – М.: Изд-во АН СССР, 1955.
2. А.А. Андронов, А.А. Витт, С.Э. Хайкин, *Теория колебаний*. – М.: Наука, 1981.
3. В.С. Анищенко, *Сложные колебания в простых системах*. – М.: Наука, 1990.
4. М.И. Рабинович, Д.И. Трубецков, *Введение в теорию колебаний и волн*. – М.: Наука, 1984.
5. В.С. Анищенко, Т.Е. Вадивасова, В.В. Астахов, *Нелинейная динамика хаотических и стохастических систем*. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1999.

### **Дополнительная литература:**

1. Г. Шустер, *Детерминированный хаос. Введение*. – М.: Мир, 1988.
2. Н.В. Бутенин, Ю.И. Неймарк, Н.А. Фуфаев, *Введение в теорию нелинейных колебаний*. – М.: Наука, 1976.

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

Студентам предоставляется курс лекций в электронной форме, список основной и дополнительной литературы, а также экспериментальные установки с методическими описаниями работ в практикуме по теории колебаний.

## **Раздел 6. Вопросы к курсу**

1. Динамическая система и ее математическая модель.
2. Классификация динамических систем. Колебательные системы.
3. Регулярные и хаотические аттракторы как образы колебаний в фазовом пространстве системы.
4. Линейный анализ устойчивости, уравнения в вариациях.
5. Устойчивость состояний равновесия и периодических колебаний.
6. Бифуркации и катастрофы.
7. Бифуркации состояний равновесия и предельных циклов.

8. Нелинейные элементы и нелинейные системы.
9. Неизохронность, ангармоничность колебаний, мультистабильность и гистерезис, хаотизация колебаний – следствия нелинейности динамических систем.
10. Состояния равновесия, их устойчивость и основы классификации (центр, узел, фокус, седло, седлофокус).
11. Консервативный линейный осциллятор. Состояние равновесия типа центр.
12. Влияние диссипации (равновесия типа узла и фокуса).
13. Общее решение уравнения линейного диссипативного осциллятора. Принцип суперпозиции.
14. Воздействие внешней гармонической силы на линейный осциллятор. Явление резонанса.
15. Примеры нелинейных осцилляторов.
16. Качественный анализ типов движения. Роль седел и сепаратрис. Фазовый портрет в виде цилиндра.
17. Влияние диссипации энергии в нелинейном осцилляторе.
18. Воздействие периодической силы на нелинейный осциллятор.
19. Нелинейный резонанс и гистерезис. Возможность реализации хаотических колебаний.
20. Параметрические колебания и параметрический резонанс.
21. Уравнения Матье и Хилла.
22. Бифуркационная диаграмма колебательного контура с периодическим изменением емкости.
23. Генератор Ван дер Поля. Определение автоколебаний.
24. Устойчивый предельный цикл как математический образ автоколебаний.
25. Решение уравнения Ван дер Поля методом медленно меняющихся амплитуд.
26. Укороченные уравнения и их анализ. Мягкий и жесткий режим возбуждения колебаний.
27. Внешнее воздействие на генератор Ван дер Поля периодическим сигналом. Эффект синхронизации (захват частоты и фазы колебаний).
28. Примеры систем с хаотической динамикой.
29. Основные характеристики хаотических аттракторов.
30. Механизмы переходов к хаосу и их экспериментальная диагностика.
31. Связь между хаотической динамикой и неустойчивостью динамической системы.