

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

Кафедра радиофизики и
нелинейной динамики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **ВВЕДЕНИЕ В НЕЛИНЕЙНУЮ ДИНАМИКУ**

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	85	-	-	-	-
в том числе:					
- лекции	34	-	-	-	-
- лабораторные (практические)	51	-	-	-	-
- семинарские	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа студентов	3	-	-	-	-
Зачеты, +/-	-	-	-	-	-
Экзамены, +/-	+	-	-	-	-
Контрольные работы, количество	1	-	-	-	-
Курсовая работа, +/-	+	-	-	-	-

Автор: проф., д.ф.-м.н.

В.С. Анищенко

Раздел 1. Организационно-методическое сопровождение

Курс «Основы нелинейной динамики» читается в 8 семестре студентам специальности «Биохимическая физика» в дополнение и развитие общего курса «Теория колебаний». Курс включает 34 часа лекций, 51 час лабораторных и 3 часа самостоятельных занятий.

Основная задача курса состоит в изложении элементов теории устойчивости и бифуркаций динамических систем, а также основных явлений нелинейной теории колебаний. Лабораторные занятия предусматривают освоение методов компьютерного моделирования базовых явлений нелинейной динамики. Изучение материалов курса лекций обеспечивает подготовку студентов к выполнению дипломной работы.

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	1	1	-	-	-	экзамен
1.	Основы динамического подхода к описанию колебательных явлений	14	4	10	-	-	экзамен
2.	Линейная теория устойчивости динамических систем	15	4	10	-	1	контрольная работа экзамен
3.	Типичные бифуркации динамических систем	16	4	11	-	1	контрольная работа экзамен
4.	Хаотические аттракторы	13	3	10	-	-	экзамен
5.	Синхронизация хаоса	15	4	10	-	1	экзамен
6.	Стохастический резонанс	4	4	-	-	-	экзамен
7.	Синхронизация стохастических систем	4	4	-	-	-	экзамен
8.	Реконструкция динамических систем	3	3	-	-	-	экзамен
9.	Применения в физике и биофизике	3	3	-	-	-	экзамен
Итого:		88	34	51	-	3	

Раздел 3. Содержание учебной дисциплины

Введение. Проблема устойчивости и бифуркаций динамических систем как составная часть нелинейной теории колебаний. Роль линейного анализа устойчивости и бифуркаций в исследованиях по нелинейной динамике. Связь с качественной теорией дифференциальных уравнений.

1. Основы динамического подхода к описанию колебательных явлений

- 1.1. Динамическая система и ее математическая модель.
- 1.2. Кинематическая интерпретация системы дифференциальных уравнений.
- 1.3. Классификация динамических систем.
- 1.4. Колебательные системы и их свойства.
- 1.5. Фазовые портреты типовых колебательных систем.
- 1.6. Автоколебательные системы.
- 1.7. Регулярные и странные аттракторы динамических систем.

2. Элементарная теория устойчивости динамических систем

- 2.1. Устойчивость решений дифференциальных систем по линейному приближению. Уравнения в вариациях.
- 2.2. Спектры ляпуновских характеристических показателей фазовой траектории динамической системы.
- 2.3. Устойчивость состояний равновесия.
- 2.4. Устойчивость периодических решений. Мультипликаторы предельного цикла.
- 2.5. Устойчивость квазипериодических и хаотических решений.
- 2.6. Системы с дискретным временем. Отображение Пуанкаре.
- 2.7. Устойчивость решений дискретных систем.

3. Типичные бифуркации динамических систем

- 3.1. Структурная устойчивость и бифуркации.
- 3.2. Бифуркации состояний равновесия.
- 3.3. Бифуркации периодических решений.
- 3.4. Нелокальные бифуркации в окрестности двоякоасимптотических траекторий.

4. Хаотические аттракторы

- 4.1. Эргодичность динамических систем.
- 4.2. Экспоненциальная неустойчивость и перемешивание. Энтропия Колмогорова.
- 4.3. Гомоклинические траектории и динамический хаос.
- 4.4. Размерность и геометрическая структура аттракторов.
- 4.5. Классификация странных аттракторов. Гиперболические и негиперболические аттракторы.
- 4.6. Бифуркации странных аттракторов.
- 4.7. Динамический хаос в присутствии флуктуаций.

5. Синхронизация хаоса

- 5.1. Классическая теория синхронизации периодических колебаний.
- 5.2. Синхронизация хаотических колебаний.

5.3. Синхронизация в присутствии флуктуаций. Применения.

6. Стохастический резонанс

6.1. Индуцированные шумом переходы.

6.2. Бистабильный осциллятор Крамерса.

6.3. Физические основы стохастического резонанса.

6.4. Линейная теория стохастического резонанса.

7. Синхронизация стохастических систем

7.1. Понятие мгновенной амплитуды и фазы непериодических процессов.

7.2. Фазовая синхронизация.

7.3. Внешняя и взаимная синхронизация триггера Шмидта и осциллятора Крамерса.

7.4. Применения к задачам биофизики.

8. Реконструкция динамических систем

8.1. Реконструкция аттракторов

8.2. Глобальная реконструкция динамических систем.

8.3. Реконструкция неоднородных процессов и систем.

9. Применения в физике и биофизике

9.1. Анализ медико-биологических сигналов.

9.2. Стохастический резонанс в биологических и физических системах.

9.3. Фазовая синхронизация кардиограмм.

9.4. Реконструкция и защита информации.

Программа курса предусматривает 34 часа лабораторных занятий, на которых студенты должны научиться решать специальные задачи как аналитическими методами, так и с использованием компьютеров.

Самостоятельная работа над курсом в объеме 3 часа предусматривает изучение рекомендованной литературы и подготовку к решению задач в рамках контрольной работы.

Раздел 4. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература:

1. В.С. Анищенко, *Сложные колебания в простых системах*. – М.: Наука, 1990.
2. В.С. Анищенко, *Стохастические колебания в радиофизических системах. Часть 1*. – Саратов: изд-во Саратов. ун-та, 1985.
3. В.И. Арнольд, *Дополнительные главы теории обыкновенных дифференциальных уравнений*. – М.: Наука, 1978.
4. 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. Б.П. Демидович, *Лекции по математической теории устойчивости*. – М.: Наука, 1967.

2. Ю.И. Неймарк, *Метод точечных отображений в теории нелинейных колебаний*. – М.: Наука, 1972.
3. Г.И. Малкин, *Теория устойчивости движения*. – М.: Наука, 1966.
4. В.В. Немыцкий, В.В. Степанов, *Качественная теория дифференциальных уравнений*. – М.: Гостехиздат, 1947.
5. В.С. Анищенко и др. *Нелинейные эффекты в хаотических и стохастических системах*. Москва-Ижевск, 2003.

Раздел 5. Перечень средств обучения

Основным является текст прочитанных лекций, основная и дополнительная литература, а также методические материалы практикума на базе учебно-научного студенческого вычислительного центра кафедры.

Раздел 6. Вопросы к курсу

1. Динамическая система и ее математическая модель.
2. Кинематическая интерпретация системы дифференциальных уравнений.
3. Классификация динамических систем.
4. Колебательные системы и их свойства.
5. Фазовые портреты типовых колебательных систем.
6. Автоколебательные системы.
7. Регулярные и странные аттракторы динамических систем.
8. Устойчивость решений дифференциальных систем по линейному приближению. Уравнения в вариациях.
9. Спектры ляпуновских характеристических показателей фазовой траектории динамической системы.
10. Устойчивость состояний равновесия.
11. Устойчивость периодических решений. Мультипликаторы предельного цикла.
12. Устойчивость квазипериодических и хаотических решений.
13. Системы с дискретным временем. Отображение Пуанкаре.
14. Устойчивость решений дискретных систем.
15. Структурная устойчивость и бифуркации.
16. Бифуркации состояний равновесия.
17. Бифуркации периодических решений.
18. Нелокальные бифуркации в окрестности двоякоасимптотических траекторий.
19. Эргодичность динамических систем.
20. Экспоненциальная неустойчивость и перемешивание. Энтропия Колмогорова.
21. Гомоклинические траектории и динамический хаос.
22. Размерность и геометрическая структура аттракторов.
23. Классификация странных аттракторов. Гиперболические и негиперболические аттракторы.

24. Бифуркации странных аттракторов.
25. Динамический хаос в присутствии флуктуаций.
26. Классическая теория синхронизации периодических колебаний.
27. Синхронизация хаотических колебаний.
28. Синхронизация в присутствии флуктуаций. Применения.
29. Индуцированные шумом переходы.
30. Бистабильный осциллятор Крамерса.
31. Физические основы стохастического резонанса.
32. Линейная теория стохастического резонанса.
33. Понятие мгновенной амплитуды и фазы непериодических процессов.
34. Фазовая синхронизация.
35. Внешняя и взаимная синхронизация триггера Шмидта и осциллятора Крамерса.
36. Применения к задачам биофизики.
37. Реконструкция аттракторов
38. Глобальная реконструкция динамических систем.
39. Реконструкция неоднородных процессов и систем.
40. Анализ медико-биологических сигналов.
41. Стохастический резонанс в биологических и физических системах.
42. Фазовая синхронизация кардиограмм.
43. Реконструкция и защита информации.