

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

ИОНЦ «Физика в биологии и медицине»

Математико-механический факультет

Кафедра математической физики

Нелинейная динамика в приложении к биологическим системам. Бифуркации и хаос
Программа дисциплины

Руководитель ИОНЦ проф. А.Н.Бабушкин

« ____ » _____

Екатеринбург
2007

I. Введение

1. Цель дисциплины - изложить основные теоретические понятия и методы анализа нелинейных динамических систем на примере биологических моделей.
2. Задачи дисциплины – разобрать основные явления нелинейной динамики, заложить теоретический фундамент анализа аттракторов динамических систем и их бифуркаций.
3. Данная дисциплина использует базовые курсы: «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения».
4. Знание базовых понятий и теорем, владение основными приемами и методами исследования нелинейных динамических процессов.
5. Методическая новизна курса состоит в компактном и целостном изложении теории нелинейных динамических систем и приложений к исследованию биологических систем.

II. Содержание курса

1. Дискретные динамические системы.
2. Положения равновесия, циклы. Анализ устойчивости.
3. Бифуркации удвоения периода.
4. Порядок и хаос.
5. Универсальность. Константы Фейгенбаума.
6. Самоподобие.
7. Непрерывные динамические системы.
8. Модели динамических процессов
9. Стационарные и периодические режимы, их устойчивость.
10. Бифуркация Хопфа.
11. Элементы теории Флоке.
12. Структурная устойчивость и бифуркации.
13. Регулярные и хаотические режимы.

Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

1. В чем состоит отображение растяжения, склеивания?
2. Что называется инвариантом системы?
3. Что называется точкой покоя?
4. Что называется циклом?
5. Как искать точку покоя?
6. Как искать цикл?
7. Какие биологические факторы учитываются в простейшей популяционной динамической модели?
8. При каких условиях численность популяции монотонно убывает к нулю?
9. При каких условиях численность популяции не изменяется?
10. При каких условиях численность популяции монотонно возрастает к бесконечности?
11. Какие биологические факторы учитываются в линейной модели с притоком?
12. Какие биологические факторы учитываются в линейной модели с оттоком?
13. Какие биологические факторы учитываются в линейной модели с регулируемым оттоком?
14. В чем преимущество управления по принципу обратной связи?
15. Какие биологические факторы учитываются в нелинейной модели?
16. Какие особенности динамики возникают из-за нелинейности модели?
17. При каких условиях численность популяции в нелинейной модели монотонно убывает к нулю?
18. При каких условиях численность популяции в нелинейной модели стабилизируется?
19. Что такое бифуркация удвоения периода?
20. При каком значении параметра порядок сменяется хаосом?
21. В чем состоит закон универсальности?
22. Каков смысл констант Фейгенбаума?

23. Что такое самоподобие?
24. Какие биологические факторы учитываются в двумерной модели Лотке-Вольтерра?
25. Что называется точкой покоя непрерывной динамической системы?
26. Что называется циклом непрерывной динамической системы?
27. От чего зависит тип фазового портрета?

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Квадратичное отображение.
2. Положения равновесия, циклы, анализ их устойчивости.
3. Бифуркации удвоения периода.
4. Порядок и хаос.
5. Универсальность. Константы Фейгенбаума.
6. Самоподобие.
7. Непрерывные динамические системы.
8. Стационарные и периодические режимы, их устойчивость.
9. Бифуркация Хопфа.
10. Элементы теории Флоке.
11. Структурная устойчивость и бифуркации.
12. Регулярные и хаотические режимы в моделях Лоренца и Ресслера.

III. Распределение часов курса по темам и видам работ

№ п/п	Наименование разделов и тем	ВСЕГО (часов)	Аудиторные занятия (час)		Самостоятельная работа
			в том числе		
			Лекции	Практические (семинары, лабораторные работы)	
1	Дискретные динамические системы.	32	16		16
2	Непрерывные динамические системы.	32	16		16

3	Структурная устойчивость и бифуркации.	8	4		4
	ИТОГО:	72	36		36

IV. Форма итогового контроля

Зачет

V. Учебно-методическое обеспечение курса

Рекомендуемая литература

1. Андронов А.А. Бифуркации динамических систем. М.: Наука, 1962.
2. Лихтенберг А., Либерман М. Регулярная и хаотическая динамика. М.: Мир, 1984.
3. Малинецкий Г.Г., Потапов А.Б. Современные проблемы нелинейной динамики. М.: Эдиториал УРСС, 2000.
4. Шустер Г. Детерминированный хаос. Введение. М.: Мир, 1988.
5. Васин В.В., Ряшко Л.Б. Элементы нелинейной динамики: от порядка к хаосу. Издательство Уральского государственного университета, 2003.

Рекомендуемая литература (дополнительная)

1. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. М., Наука, 1981.
2. Базыкин А.Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. М., Наука, 1985.
3. Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. Математические модели биологических продукционных процессов. М., Изд. МГУ, 1993.
4. Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С.
5. Математическое моделирование в биофизике. М., Наука, 1975.
6. Рубин А. Б. Биофизика. Т.1. М., Изд-во МГУ, 2004, 448с.
7. Свирежев Ю.М., Логофет Д.О. Устойчивость биологических сообществ. М., Наука, 1978.