

Синергетика

От прошлого
к будущему



Г. Г. Малинецкий

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ

СИНЕРГЕТИКИ

Хаос,
структуры,
вычислительный
эксперимент



Серия «Синергетика: от прошлого к будущему»

Г. Г. Малинецкий

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ**

СИНЕРГЕТИКИ

**Хаос, структуры,
вычислительный эксперимент**

Издание четвертое,
существенно переработанное и дополненное

МОСКВА



URSS

Малинецкий Георгий Геннадьевич

Математические основы синергетики. Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. Изд. 4-е, суш. перераб. и доп. — М.: КомКнига, 2005. — 312 с.
(Синергетика: от прошлого к будущему.)

ISBN 5-484-00106-4

Книга представляет собой введение в нелинейную динамику, синергетику и другие области «нелинейной науки». В ней наводятся мосты между традиционными естественно-научными дисциплинами, математическими курсами и фундаментальными проблемами, над которыми сейчас работают ученые.

Книгу отличает ясное и наглядное изложение материала, большое количество иллюстраций. Она содержит около сотни задач различных уровней сложности. В основу книги легли вводные курсы нелинейной динамики и математического моделирования, читавшиеся в течение ряда лет в МГУ им. М. В. Ломоносова и МФТИ, а также опыт работы группы ученых Института прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН.

Книга рассчитана на студентов, аспирантов, специалистов в смежных областях, на всех, кого интересуют идеи, перспективы, методы и проблемы синергетики.

3-е издание выходило под заглавием «Хаос. Структуры. Вычислительный эксперимент: Введение в нелинейную динамику».

На первой странице обложки
фрагмент картины *М. К. Эшера* «Рябь на поверхности»
(*M. C. Escher. Rippled surface. 1950*)

Издательство «КомКнига». 117312, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, 9.

Подписано к печати 25.04.2005 г. Формат 60×90/16. Печ. л. 19,5. Зак. № 59.

Отпечатано в ООО «ЛЕНАНД». 117312, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, д. 11А, стр. 11.

ISBN 5-484-00106-4


© Г. Г. Малинецкий, 2005

© КомКнига, 2005

НАУЧНАЯ И УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

E-mail: URSS@URSS.ru
Каталог изданий в Интернете:
<http://URSS.ru>

Тел./факс: 7 (095) 135-42-46
Тел./факс: 7 (095) 135-42-46



2499 ID 25091



7 834 84 001 064 >

Оглавление

От редакции	5
Предисловие к четвертому изданию	7
Предисловие	9
<i>Глава 1</i>	
Математическое моделирование в современном мире и нелинейные явления	13
Вычислительный эксперимент.	
Триада: модель — алгоритм — программа	16
Иерархия упрощенных моделей	18
Моделирование динамики популяций	19
Рекомендуемая литература	24
<i>Глава 2</i>	
Линейные математические модели	27
Вопросы и задачи	45
Рекомендуемая литература	47
<i>Глава 3</i>	
Простейшие нелинейные модели	49
Математический маятник	49
Исследовательская программа А. Пуанкаре	67
Вопросы и задачи	73
Рекомендуемая литература	75
<i>Глава 4</i>	
Аттракторы уравнения $\dot{x} = v(x)$	77
Качественная теория уравнения $\dot{x} = v(x)$	77
Теоремы сравнения	80
Корректность и модели нелинейных явлений	91
Вопросы и задачи	102
Рекомендуемая литература	103
<i>Глава 5</i>	
Элементы теории бифуркаций	105
Развитие теории бифуркаций	113
Вопросы и задачи	126
Рекомендуемая литература	127

Глава 6

Математические модели теории катастроф	129
Структурная устойчивость и идеи теории катастроф	144
Вопросы и задачи	171
Рекомендуемая литература	173

Глава 7

Простейшие системы с дискретным временем	175
Сценарий Фейгенбаума	179
Элементы теории универсальности	186
Переход к хаосу	188
Шумящие циклы, окна периодичности, перемежаемость	191
Вопросы и задачи	198
Рекомендуемая литература	200

Глава 8

Автоколебания и предельные циклы	203
Сингулярные возмущения, «утки», жесткие системы	230
Вопросы и задачи	241
Рекомендуемая литература	242

Глава 9

Топологические методы в исследовании нелинейных систем	245
Вычислительный эксперимент, молекулярный дизайн и топологические методы	263
Вопросы и задачи	267
Рекомендуемая литература	270

Глава 10

Нейронные сети	273
Нейронаука	273
Элементарные представления о работе мозга	276
Модель Хопфилда	278
Смысл хаоса	287
Многослойные нейронные сети	293
Алгоритм обратного распространения ошибки	303
Вопросы и задачи	306
Рекомендуемая литература	307