

Синергетика



От прошлого
к будущему

№ 69

Серия основана
в 2002 г.

Председатель редколлегии
профессор
Г. Г. Малинецкий

Е. Федер

ФРАКТАЛЫ

Фрактальная размерность

Образование вязких пальцев
в пористых средах

Канторовские множества

Мультифрактальные меры

Протекание

Фрактальные временные ряды

Случайное блуждание и фракталы

Самоподобие и самоаффинность

Статистика высоты волн

Соотношение периметра
и площади

Фрактальные поверхности



URSS

Jens Feder
FRACTALS

Е. Федер

ФРАКТАЛЫ

Перевод с английского
Ю. А. Данилова и А. М. Шукурова

Издание второе



URSS
МОСКВА

ББК 22.151 22.311 22.318

Федер Енс

Фракталы: Пер. с англ. Изд. 2-е. — М.: УРСС: ЛЕНАНД, 2014. — 264 с.,
цв. вкл. (Синергетика: от прошлого к будущему. № 69.)

В книге известного норвежского физика дается ясное и простое изложение математических свойств фракталов и описываются приложения теории фракталов в гидродинамике, океанологии, гидрологии, в исследовании перколяционных процессов и пр. Кроме того, приводятся методы компьютерной графики.

Для научных работников, аспирантов и студентов, желающих ознакомиться с теорией фракталов и применять ее при описании различных явлений — от биологических до квантовомеханических.

Translation from English language edition *Fractals* by Jens Feder

ООО «ЛЕНАНД». 117312, г. Москва, пр-т Шестидесятилетия Октября, д. 11А, стр. 11.
Формат 60×90/16. Печ. л. 16,5. Зак. № 116.
Отпечатано в ООО «Чебоксарская типография № 1».
428019, г. Чебоксары, пр-т И. Яковлева, 15.

ISBN 978-5-9710-0844-6
(ЛЕНАНД)

ISBN 978-5-453-00062-3
(УРСС)

© 1988, Springer US.
Springer US is a part of Springer
Science + Business Media.
All rights reserved
© 2014, УРСС

45 ID 179647



НАУЧНАЯ И УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА	
	E-mail: URSS@URSS.ru
	Каталог изданий в Интернете: http://URSS.ru
	Тел./факс (многоканальный): + 7 (499) 724 25 45
	URSS

Все права защищены. Никакая часть настоящей книги не может быть воспроизведена или передана в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, а также размещение в Интернете, если на то нет письменного разрешения владельцев.

Оглавление

От редакции	3
Предисловие	5
От автора	6
Глава 1. Введение	8
Глава 2. Фрактальная размерность	14
2.1. Береговая линия Норвегии	14
2.2. Парадокс Шварца с площадью боковой поверхности цилиндра	17
2.3. Фрактальная размерность	19
2.4. Триадная кривая Кох	23
2.5. Подобие и скейлинг	26
2.6. Кривые Манделъброта–Гивена и Серпинского	30
2.7. Еще о скейлинге	34
2.8. Функция Вейерштрасса–Манделъброта	35
Глава 3. Фрактальная размерность кластеров	39
3.1. Измерения фрактальных размерностей кластеров	43
Глава 4. Образование вязких пальцев в пористых средах	48
4.1. Течение жидкости в ячейке Хеле-Шоу	48
4.2. Вязкие пальцы в ячейках Хеле-Шоу	52
4.3. Вязкие пальцы в двумерных пористых средах	55
4.4. Образование вязких пальцев и ОДА	60
4.5. Вязкие пальцы в трехмерных пористых средах	63
Глава 5. Канторовские множества	68
5.1. Триадное канторовское множество	68
5.2. Скейлинг с неравными отношениями	70
Глава 6. Мультифрактальные меры	72
6.1. Свертывание и чертова лестница	73
6.2. Биномиальный мультипликативный процесс	76
6.3. Фрактальные подмножества	79
6.4. Показатель Липшица–Гёльдера α	81
6.5. Кривая $f(\alpha)$	82
6.6. Концентрация меры	84
6.7. Последовательность показателей массы $\tau(q)$	85
6.8. Соотношение между $\tau(q)$ и $f(\alpha)$	88
6.9. Свертывание с несколькими масштабами длины	90
6.10. Мультифрактальная конвекция Рэлея–Бенара	94
6.11. ОДА и гармонические меры	97
6.12. Мультифрактальный рост вязких пальцев	100
Глава 7. Протекание	108
7.1. Протекание от узла к узлу на квадратной решетке	109
7.2. Бесконечный кластер при p_c	113

7.3. Самоподобие перколяционных кластеров	115
7.4. Конечные кластеры при протекании	121
7.5. Распределение величины кластеров при $p = p_c$	123
7.6. Корреляционная длина ξ	126
7.7. Остов перколяционного кластера	129
7.8. Перколяция с вытеснением	135
7.9. Фрактальный диффузионный фронт	142
Глава 8. Фрактальные временные ряды	151
8.1. Эмпирический закон Херста и метод нормированного раз- маха	151
8.2. Моделирование случайных рядов	156
8.3. Моделирование долговременных изменений	159
Глава 9. Случайное блуждание и фракталы	164
9.1. Броуновское движение	164
9.2. Одномерное случайное блуждание	165
9.3. Свойства подобия одномерных случайных блужданий	167
9.4. Обобщенное броуновское движение	170
9.5. Определение обобщенного броуновского движения	172
9.6. Моделирование обобщенного броуновского движения	174
9.7. Метод R/S для обобщенного броуновского движения	178
9.8. Последовательные случайные сложения	179
Глава 10. Самоподобие и самоаффинность	183
10.1. Стратегия смелой игры	187
Глава 11. Статистика высоты волн	191
11.1. Метод R/S для наблюдений h_s	192
11.2. R/S для данных, очищенных от сезонных вариаций	193
Глава 12. Соотношение периметра и площади	197
12.1. Фрактальная размерность облаков	199
12.2. Фрактальная размерность рек	205
Глава 13. Фрактальные поверхности	209
13.1. Фрактальная поверхность Кох	209
13.2. Поверхности случайного переноса	210
13.3. Построение фрактальных поверхностей	213
13.4. Поверхности случайного сложения	220
13.5. Комментарии к фрактальным пейзажам	225
Глава 14. Исследования фрактальных поверхностей	226
14.1. Наблюдаемая топография поверхностей	226
14.2. Фрактальная размерность ландшафтов и параметров окру- жающей среды	231
14.3. Молекулярные фрактальные поверхности	232
Литература	249
Дополнительная литература	251