

SPIS TREŚCI

Przedmowa od tłumaczy	9
Przedmowa	11
Przedmowa do drugiego wydania	13
Wstęp	14
1. Doświadczenia i proste modele	19
1.1. Doświadczalne wykrywanie chaosu deterministycznego	19
Wahadło z napędem	19
Układ Rayleigha-Bénarda w komórce	21
Reakcje chemiczne w mieszalniku	23
Układ Hénona-Heilesa	25
1.2. Okresowo uderzany rotator	29
Odwzorowanie logistyczne	30
Odwzorowanie Hénona	30
Odwzorowanie Czyrikowa	31
2. Odwzorowania kawałkami liniowe i chaos deterministyczny	32
2.1. Przesunięcie Bernoulliego	32
2.2. Charakterystyki ruchu chaotycznego	35
Wykładnik Lapunowa	35
Miara niezmiennicza	39
Funkcja korelacji	42
Podsumowanie	43
2.3. Dyfuzja deterministyczna	43

3. Uniwersalne własności odwzorowań kwadratowych	48
3.1. Zależność iteracji od parametrów	50
3.2. Bifurkacja rozwidleniowa i transformacja podwajania	52
Bifurkacje rozwidleniowe	53
Supercykle	56
Transformacja podwajania i parametr α	57
Zlinearyzowana transformacja podwajania i parametr δ	59
3.3. Samopodobieństwo, uniwersalne widmo mocy i wpływ zewnętrznego szumu ..	62
Samopodobieństwo położeń elementów cyklu	63
Wymiar Hausdorffa	65
Widmo mocy	67
Wpływ zewnętrznego szumu	70
3.4. Własności odwzorowania logistycznego dla $r \geq r_\infty$	72
Wrażliwość na wartości parametrów	73
Uniwersalność strukturalna	75
Pasma chaotyczne i skalowanie	77
3.5. Analogie między podwajaniem okresu i przejściami fazowymi	79
3.6. Doświadczalne potwierdzenie scenariusza bifurkacyjnego	82
4. Intermitencja	87
4.1. Mechanizmy intermitencji	87
Intermitencja typu I	89
Długość obszaru laminarnego	92
4.2. Opis intermitencji za pomocą grupy renormalizacyjnej	94
4.3. Intermitencja i szum typu $1/f$	99
4.4. Doświadczalne obserwacje scenariusza intermitencji	105
Rozkład długości obszarów laminarnych	105
Intermitencja typu I	107
Intermitencja typu III	108
5. Dziwne atraktory w układach dysypatywnych	110
5.1. Wprowadzenie i definicja dziwnego atraktora	110
Przekształcenie piekarskie	114
Dysypatywne odwzorowanie Hénona	115
5.2. Entropia Kołmogorowa	117
Definicja entropii K	118
Związek entropii K z wykładnikami Lapunowa	120
Średni czas przewidywalności stanu układu chaotycznego	123
5.3. Charakterystyka atraktora za pomocą mierzonego sygnału	124

Rekonstrukcja atraktora na podstawie szeregu czasowego	126
Wymiary uogólnione i rozkład osobliwości gęstości niezmienniczej	128
Entropie uogólnione i fluktuacje wokół entropii K	138
Hipoteza Kaplana i Yorke'a	144
5.4. Portrety dziwnych atraktorów i granic fraktalnych	145
6. Przejście od quasi-okresowości do chaosu	150
6.1. Dziwne atraktory i początek turbulencji	150
Bifurkacja Hopfa	150
Scenariusz Landaua przejścia do turbulencji	152
Scenariusz Ruelle'a-Takensa-Newhouse'a przejścia do chaosu	152
Możliwość występowania trójczęściowych orbit quasi-okresowych	155
Rozpad torusa dwuwymiarowego	157
6.2. Uniwersalne własności przejścia od quasi-okresowości do chaosu	160
Synchronizacja modów i drzewo Fareya	164
Uniwersalność lokalna	167
Uniwersalność globalna	172
6.3. Doświadczenia i odwzorowania okręgu	177
Wahadło z napędem	177
Przewodnictwo elektryczne w niobianie barowo-sodowym	180
Dynamika komórek serca	181
Doświadczenie Rayleigha-Bénarda z wymuszonym przepływem	184
6.4. Scenariusze przejścia do chaosu	185
Kryzysy	186
7. Ruch regularny i nieregularny w układach zachowawczych	188
7.1. Współistnienie ruchu regularnego i nieregularnego	190
Układy całkowalne	190
Teoria zaburzeń i znikające mianowniki	193
Stabilne torusy i twierdzenie KAM	194
Niestabilne torusy i twierdzenie Poincarégo-Birkhoffa	195
Punkty homokliniczne i chaos	198
Dyfuzja Arnolda	200
Przykłady klasycznego chaosu	201
7.2. Ruch w pełni nieregularny i ergodyczność	203
Odwzorowanie Arnolda („wyżymanie kota”)	203
Hierarchia klasycznego chaosu	206
Trzy klasyczne układy typu K	210
8. Chaos w układach kwantowych?	212
8.1. Kwantowe odwzorowanie Arnolda	214

8.2. Kwantowa cząstka w stadionie	215
8.3. Kwantowy uderzany rotator	217
Perspektywy	224
Dodatki	226
A. Wyprowadzenie modelu Lorenza	226
B. Analiza stabilności oraz pojawianie się konwekcji i turbulencji w modelu Lorenza	228
C. Pochodna Schwarza	230
D. Renormalizacja jednowymiarowego modelu Isinga	231
E. Przerzedzanie i całki po trajektoriach w przypadku zewnętrznego szumu	234
F. Miara informacji Shannona	237
Pojemność informacyjna pamięci	237
Zysk informacji	238
G. Podwajanie okresu w zachowawczym odwzorowaniu Hénona	240
H. Zdumiewająco regularne funkcje własne w układach klasycznie chaotycznych i ich modelowanie (K. Stefański)	245
Uwagi i spis literatury	248
Skorowidz	271
Opisy tablic barwnych	275