

Spis treści

Przedmowa	13
Część I Wprowadzenie	19
1. Wprowadzenie do dynamiki	21
1.1. Podstawowe pojęcia i definicje	22
1.2. Sztuka modelowania	22
1.3. Dowody czy objaśnienia?	25
1.4. Wybór literatury i przedmiotów specjalistycznych	27
1.5. Wybór języków komputerowych i oprogramowania	28
2. Krótka historia dynamiki i technik liczenia	30
2.1. Dynamika	30
2.2. Techniki liczenia	34
2.3. Zastosowanie dynamiki w modelowaniu	35
Część II Krótki zarys matematyki stosowanej	39
3. Podstawy matematyki i algebra abstrakcyjna	41
3.1. Ewolucja podstaw matematyki	41
3.2. Zbiory, liczby wymierne i rzeczywiste	43
3.3. Algebra abstrakcyjna	50
4. Klasyczna analiza matematyczna	53
4.1. Rachunek różniczkowy i całkowy	54
4.2. Równania różniczkowe i różnicowe	62

4.3. Liczby i funkcje zespolone	65
4.4. Wektory i macierze	72
5. Analiza numeryczna i teoria aproksymacji	81
5.1. Różnice skończone	82
5.2. Numeryczne całkowanie równań różniczkowych	84
5.3. Metody aproksymacji	87
6. Metody statystyczne	91
6.1. Statystyka i prawdopodobieństwo	91
6.2. Dopasowanie krzywej i analiza regresji	94
6.3. Analiza widmowa i filtrowanie liniowe	97
7. Klasyczne metody modelowania	103
7.1. Zbieranie danych	104
7.2. Naiwne przypuszczenia	104
7.3. Równania różniczkowe zwyczajne – zagadnienia początkowe, zagadnienia brzegowe	106
7.4. Równania różniczkowe cząstkowe	109
Część III Klasyczne modele i pojęcia w dynamice	113
8. Dynamika bez pochodnych	115
8.1. Definicje dla każdego	115
8.2. Procent składany i wzrost wykładniczy	117
8.3. Zegar	121
8.4. Termostat	123
9. Modele podstawowe	127
9.1. Dynamika z elementarnej całki	127
9.2. Krzywa logistyczna	128

9.3. Rozdzielenie zmiennych	131
9.4. Oscylatory i wahadła	134
10. Cykle	139
10.1. Pojęcia podstawowe	139
10.2. Cykle liniowe. Tłumiony oscylator harmoniczny. Model paję- czyzny	141
10.3. Drgania wymuszone i rezonans	146
10.4. Cykle nieliniowe, równania Volterry-Lotka, cykle graniczne w urządzeniach technicznych	153
10.5. Mechanika nieba i zagadnienie dwu ciał	160
11. Analiza modeli matematycznych	174
11.1. Literatura źródłowa poświęcona modelom	174
11.2. Punkty równowagi	175
11.3. Funkcje Lapunowa	176
11.4. Eksperymenty numeryczne	178
11.5. Wielokrotna regresja z układem dynamicznym jako modelem	182
Część IV Hierarchia układów dynamicznych	195
12. Schemat klasyfikacji układów dynamicznych	197
12.1. Cel budowy modeli	198
12.2. Opis schematu klasyfikacji układów dynamicznych	198
13. Układy statyczne – typ zero	202
13.1. Określenia	202
13.2. Geometria – trywialne układy statyczne	203
13.3. Reprezentacje statystyczne – układy statyczne	204

14. Układy rozwiązywalne – typ I	206
14.1. Ogólna koncepcja rozwiązywalności	206
14.2. Układy liniowe o stałych współczynnikach	215
14.3. Metoda Frobeniusa	219
14.4. Klasyczne równania fizyki matematycznej	223
14.5. Układy nieliniowe	229
14.6. Całki pierwsze, teoria grup, rozdzielanie zmiennych	230
14.7. Metody hamiltonowskie	231
14.8. Katalog układów rozwiązywalnych	242
15. Teoria perturbacji – układy typu II	243
15.1. Początki układów rozwiązywalnych	245
15.2. Metoda kolejnych przybliżeń i metoda rozwijania w szereg Taylora	247
15.3. Metody uśredniania	250
15.4. Zaburzenia osobliwe	269
15.5. Metody mieszane (numeryczno-analityczne)	277
15.6. Podsumowanie teorii zaburzeń	283
16. Układy chaotyczne – typ III	285
16.1. Krótka historia układów chaotycznych	286
16.2. Charakterystyka układów chaotycznych	289
16.3. Katalogowanie i klasyfikowanie złożonych układów dynamicz- nych	300
16.4. Modelowanie układów chaotycznych	305
17. Układy stochastyczne – typ IV	309
17.1. Rozkłady i agregacje	310
17.2. Procesy Markowa	312
17.3. Układy z wymuszeniem szumowym	314

17.4. Układy czysto stochastyczne	325
17.5. Modelowanie numeryczne układów stochastycznych	326
Część V Sztuka budowania modeli	341
18. Analiza jakościowa	343
18.1. Analiza werbalna	345
18.2. Agregacja i wygładzanie	348
18.3. Granice wzrostu	350
18.4. Stabilność czy zanik?	354
18.5. Układy z samoregulacją oraz pojęcia z teorii sterowania . . .	358
18.6. Granice analizy matematycznej	369
18.7. Kombinatoryczna eksplozja	372
18.8. Zasady nieoznaczoności	374
19. Analiza ilościowa	379
19.1. Przewidywalność i determinizm – analiza widmowa	380
19.2. Entropia, rozkłady prawdopodobieństwa, fraktale, teoria katastrof	382
19.3. Metody Monte Carlo i inne eksperymenty numeryczne	386
19.4. Symulacja komputerowa modeli chaotycznych	387
19.5. Analiza układu oraz strategia budowania modelu	389
20. Jakość modelu – analiza poprawności i przydatności	392
20.1. Strategia zbierania danych, ocena wartości informacji	393
20.2. Symulacja komputerowa	397
20.3. Prognozowanie i ekstrapolacja	399
20.4. Słowo końcowe	401

Biblioteka modelującego 404

1. Wprowadzenie do dynamiki 404
2. Krótka historia dynamiki i technik liczenia 405
3. Podstawy matematyki i algebra abstrakcyjna 405
4. Klasyczna analiza matematyczna 406
5. Analiza numeryczna i teoria aproksymacji 407
6. Metody statystyczne 407
7. Klasyczne metody modelowania 407
8. Dynamika bez pochodnych 408
9. Modele podstawowe 408
10. Cykle 408
11. Analiza modeli matematycznych 408
12. Schemat klasyfikacji układów dynamicznych 409
13. Układy statyczne – typ zero 409
14. Układy rozwiązywalne – typ I 410
15. Teoria perturbacji – układy typu II 411
16. Układy chaotyczne – typ III 412
17. Układy stochastyczne – typ IV 412
18. Analiza jakościowa 413
19. Analiza ilościowa 413
20. Jakość modelu – analiza poprawności i przydatności 413

Bibliografia 415**Skorowidz** 423