

---

## Spis treści

<b>Wstęp</b> .....	1
<b>1 Modelowanie i symulacje komputerowe</b> .....	7
1.1 Definicje symulacji .....	10
1.2 Modelowanie (podstawy) .....	12
1.3 Komputer we współczesnym świecie .....	17
<b>2 Rozwiązywanie równań matematycznych – algebra i geometria</b> .....	21
2.1 Numeryczne rozwiązywanie równań nieliniowych .....	21
2.2 Definicje i przykłady .....	26
2.3 Numeryczne rozwiązywanie układów równań liniowych .....	33
2.3.1 Metody eliminacji Gaussa i Gaussa-Jordana .....	37
2.3.2 Metody iteracyjne .....	39
2.4 Zagadnienie własne macierzy .....	43
2.5 Algorytmy dla macierzy Hessenberga .....	46
<b>3 Numeryczne rozwiązywanie równań – analiza</b> .....	49
3.1 Metody różnicowe .....	52
3.1.1 Metody jednokrokowe .....	52
3.1.2 Metody wielokrokowe .....	55
3.1.3 Metody iteracyjne .....	58
3.2 Numeryczne całkowanie .....	58
3.2.1 Metoda prostokątów .....	59
3.2.2 Metoda trapezów .....	59
3.2.3 Metoda parabol Simpsona .....	60
3.2.4 Metoda Monte Carlo .....	61
<b>4 Liczby losowe</b> .....	63
4.1 Rozkłady liczb losowych .....	68
4.1.1 Rozkłady dyskretne .....	68

VI Spis treści

4.1.2	Rozkłady ciągłe . . . . .	71
4.2	Generowanie liczb losowych . . . . .	72
4.2.1	Metody otrzymywania liczb losowych (historyczne) . . . .	72
4.2.2	Metody otrzymywania liczb losowych (współczesne) . . .	73
4.2.3	Generowanie liczb losowych o dowolnym rozkładzie . . . .	74
<b>5</b>	<b>Mechanika klasyczna – wahadła</b> . . . . .	<b>77</b>
5.1	Obiekty mechaniki klasycznej . . . . .	77
5.2	Wahadła . . . . .	81
5.2.1	Wahadła matematyczne . . . . .	81
5.2.2	Wahadła fizyczne . . . . .	90
5.2.3	Przykład wahadła fizycznego – wahadło Foucaulta . . . .	92
<b>6</b>	<b>Chaos deterministyczny</b> . . . . .	<b>95</b>
6.1	Iteracja logistyczna . . . . .	95
6.2	Atraktory . . . . .	98
6.3	Efekt motyla . . . . .	100
<b>7</b>	<b>Automaty komórkowe</b> . . . . .	<b>105</b>
7.1	Zasady działania automatów komórkowych . . . . .	107
7.2	Gra w życie . . . . .	109
7.3	Symulacja ruchu . . . . .	114
7.4	Perkolacja . . . . .	116
<b>8</b>	<b>Procesy i łańcuchy Markova</b> . . . . .	<b>119</b>
8.1	Procesy Markova . . . . .	121
8.2	Łańcuchy Markova . . . . .	123
8.3	Procesy ergodyczne . . . . .	125
8.4	Standardowe przykłady procesów Markova . . . . .	126
8.4.1	Losowe błądzenie . . . . .	127
8.4.2	Mysz w labiryncie . . . . .	128
8.4.3	Procesy gałązkowe (Galtona-Watsona) . . . . .	128
8.4.4	Zastosowanie procesów Markova w inżynierii finansowej	129
<b>9</b>	<b>Sieci społeczne</b> . . . . .	<b>133</b>
9.1	Model sieci społecznej . . . . .	135
9.2	Semantyka i znaczenie . . . . .	138
9.3	Ramy czasowe . . . . .	139
9.4	Wyniki . . . . .	140
<b>10</b>	<b>Teoria gier</b> . . . . .	<b>143</b>
10.1	Postać ekstensywna gry . . . . .	145
10.2	Strategie i postać normalna gry . . . . .	148
10.3	Postać normalna gry . . . . .	149
10.4	Teoria gier w ekonomii . . . . .	153
10.5	Gry o sumie zerowej i niezerowej . . . . .	155

10.6	Strategie mieszane . . . . .	157
10.7	Gry o sumie niezerowej . . . . .	158
10.8	Gry N-osobowe . . . . .	164
<b>11</b>	<b>Modelowanie ruchu układów punktów materialnych . . . . .</b>	<b>167</b>
11.1	Model fizyczny ruchu układu punktów materialnych . . . . .	167
11.2	Model matematyczny ruchu układu punktów materialnych . . . . .	170
11.3	Model numeryczny ruchu układu punktów materialnych . . . . .	172
11.4	Symulacje ruchu układu punktów materialnych . . . . .	173
<b>12</b>	<b>Teoria względności Einsteina . . . . .</b>	<b>177</b>
12.1	Doświadczenie Michelsona-Morleya . . . . .	181
12.2	Transformacja Galileusza . . . . .	184
12.3	Szczególna teoria względności Einsteina . . . . .	185
12.4	Global Positioning System (GPS) . . . . .	189
12.5	Ogólna teoria względności Einsteina . . . . .	192
<b>13</b>	<b>Programowanie liniowe . . . . .</b>	<b>195</b>
13.1	Postać standardowa programowania liniowego . . . . .	197
13.2	Rozwiązywanie zadań programowania liniowego metodą analityczną . . . . .	200
13.3	Rozwiązywanie zadań programowania liniowego metodą graficzną . . . . .	202
<b>14</b>	<b>Algorytmy genetyczne . . . . .</b>	<b>205</b>
14.1	Prosty przykład algorytmu genetycznego . . . . .	206
14.2	Strategie ewolucyjne . . . . .	208
14.3	Genetyczne systemy uczące się . . . . .	211
<b>15</b>	<b>Dyslokacje w kryształach . . . . .</b>	<b>215</b>
15.1	Kinematyka ruchu dyslokacji . . . . .	218
15.2	Symulacje komputerowe . . . . .	224
15.3	Wyniki symulacji komputerowej ZMP . . . . .	229
<b>16</b>	<b>Pytania i zagadnienia . . . . .</b>	<b>233</b>
	<b>Literatura . . . . .</b>	<b>243</b>