

# Spis treści

<b>Od Autora</b> . . . . .	9
<b>Wstęp</b> . . . . .	11
1. Model . . . . .	12
2. Modele analogowe i cyfrowe . . . . .	12
3. Prognozowanie a symulacja . . . . .	14
4. Modele zdarzeń dyskretnych a modele procesów ciągłych . . . . .	14
<b>Rozdział 1. Wprowadzenie do symulacji</b> . . . . .	15
1.1. Wstęp . . . . .	15
1.2. Symulacja – przegląd definicji . . . . .	16
<b>Rozdział 2. Symulacja zdarzeń dyskretnych</b> . . . . .	22
2.1. Przykład 1. Ocena kontraktu . . . . .	22
2.1.1. Eksperyment fizyczny . . . . .	23
2.1.2. Symulacja stochastyczna . . . . .	23
2.2. Metoda odwracania dystrybuanty . . . . .	24
2.3. Zmienność z próby . . . . .	28
2.4. Przykład 2. Planowanie produkcji . . . . .	29
2.4.1. Symulacja na kracie . . . . .	31
2.4.2. Podsumowanie symulacji na kracie za pomocą funkcji reakcji . . . . .	34
2.5. Przykład 3. Symulacja dynamiczna – sterowanie zapasami . . . . .	40
2.6. Problemy symulacji dynamicznej . . . . .	43
2.7. Symulacja w konwencji „termin następnego zdarzenia” . . . . .	44
2.8. Przykład 4. Kasjer . . . . .	45
2.8.1. Trzy fazy symulacji . . . . .	48
2.9. Alternatywne podejścia do symulacji zdarzeń dyskretnych . . . . .	54
<b>Rozdział 3. Komputerowe generatory liczb losowych</b> . . . . .	57
3.1. Rozkład równomierny – generator fizyczny . . . . .	57
3.2. Rozkład równomierny – generator komputerowy . . . . .	59
3.3. Rozkład normalny (Gausa) . . . . .	60
3.4. Rozkład logarytmiczno-normalny . . . . .	60
3.5. Rozkład chi-kwadrat ( $\chi^2$ ) . . . . .	61
3.6. Rozkład <i>t</i> -Studenta . . . . .	61
3.7. Rozkład Pareto . . . . .	62
3.8. Rozkład wykładniczy . . . . .	62
<b>Rozdział 4. Symulacja modeli ciągłych</b> . . . . .	64
4.1. Wstęp . . . . .	64

4.2. Modele ekonometryczne . . . . .	65
4.2.1. Jednorównaniowy model liniowy . . . . .	65
4.2.2. Prosta symulacja stochastyczna modelu jednorównaniowego . . . . .	68
4.2.3. Wielorównaniowy model liniowy . . . . .	70
4.3. Rozwiązania modeli ekonometrycznych . . . . .	75
4.3.1. Rozwiązania a postacie modeli . . . . .	76
4.3.2. Rozwiązania równaniowe a rozwiązania systemowe . . . . .	77
4.4. Symulacja deterministyczna modelu . . . . .	79
4.4.1. Metoda Gaussa–Seidela . . . . .	79
4.4.2. Symulacja deterministyczna w analizie własności modelu . . . . .	81
4.5. Symulacja stochastyczna . . . . .	90
4.5.1. Dokładność symulacji stochastycznej . . . . .	91
4.5.2. Wybrane problemy losowania zaburzeń . . . . .	92
4.5.3. Symulacja Monte Carlo na współczynnikach . . . . .	95
4.5.4. Symulacja z reestymacją . . . . .	96
4.5.5. Losowość zmiennych egzogenicznych . . . . .	97
<b>Rozdział 5. Prognozowanie – podstawowe pojęcia . . . . .</b>	<b>99</b>
5.1. Wstęp . . . . .	99
5.2. Podstawy prognozowania . . . . .	101
5.2.1. Prognozowanie strukturalne i niestrukturalne . . . . .	102
5.2.2. Etapy prognozowania . . . . .	103
5.2.3. Warunki prognozowania z modelu ekonometrycznego . . . . .	104
5.2.4. Zasady prognozowania . . . . .	105
5.3. Prognozy ex post i ex ante oraz ich błędy . . . . .	107
<b>Rozdział 6. Prognozowanie z modeli strukturalnych . . . . .</b>	<b>109</b>
6.1. Prognozowanie z modeli jednorównaniowych . . . . .	109
6.1.1. Oczekiwany błąd prognozy w modelu z jedną zmienną objaśniającą . . . . .	109
6.1.2. Przedział ufności prognozy . . . . .	112
6.1.3. Oczekiwany błąd prognozy w modelu z wieloma zmiennymi objaśniającymi . . . . .	114
6.2. Prognozowanie na wiele okresów . . . . .	116
6.2.1. Prognoza z modelu statycznego . . . . .	116
6.2.2. Prognoza z modelu dynamicznego . . . . .	116
6.2.3. Prognozowanie na podstawie modeli wielorównaniowych . . . . .	118
6.3. Prognozy z modeli nieliniowych i ich obciążenie . . . . .	119
6.4. Symulacja stochastyczna w prognozowaniu z modeli nieliniowych . . . . .	122
6.5. Symulacja stochastyczna modelu KOSMOS . . . . .	124
<b>Rozdział 7. Prognozowanie przy wykorzystaniu modeli niestrukturalnych . . . . .</b>	<b>129</b>
7.1. Naiwne metody prognozowania . . . . .	131
7.1.1. Naiwna prognoza bez zmian . . . . .	132
7.1.2. Naiwna prognoza z trendem liniowym . . . . .	132
7.1.3. Naiwna prognoza z trendem wykładniczym . . . . .	132
7.2. Metody filtracji w prognozowaniu . . . . .	133
7.2.1. Średnie ruchome skończone . . . . .	133
7.2.2. Metody wygładzania wykładniczego . . . . .	135
7.2.3. Proste wygładzanie wykładnicze (metoda Browna) . . . . .	135
7.2.4. Wygładzanie wykładnicze z trendem liniowym i sezonowością (metoda Wintersa) . . . . .	139

7.2.5. Modele trendu . . . . .	144
<b>Rozdział 8. Sztuczne sieci neuronowe w prognozowaniu . . . . .</b>	<b>151</b>
8.1. Model sztucznego neuronu . . . . .	152
8.2. Sieci neuronowe . . . . .	155
8.3. Sieć jednokierunkowa jednowarstwowa . . . . .	156
8.4. Sieć jednokierunkowa wielowarstwowa . . . . .	156
8.4.1. Sieć wielowarstwowa realizująca lub-rozłączne . . . . .	157
8.4.2. Uczenie sieci . . . . .	160
8.5. Sieć neuronowa a model ekonometryczny . . . . .	162
8.6. Podsumowanie . . . . .	168
<b>Bibliografia . . . . .</b>	<b>169</b>
<b>Indeks rzeczowy . . . . .</b>	<b>175</b>