

SPIS TREŚCI

Przedmowa	9
1. Wstęp	11
1.1. Układy i modele.....	11
1.2. Cele i etapy modelowania.....	13
1.3. Tematyka podręcznika.....	15
2. Modele układów ciągłych	17
2.1. Metody opisu układów ciągłych.....	17
2.1.1. Równania stanu.....	18
2.1.2. Równania różniczkowe.....	18
2.1.3. Funkcje przejścia.....	18
2.1.4. Opis całościowy lub strukturalny.....	19
2.1.5. Macierzowe funkcje przejścia.....	19
2.2. Metody określania równań stanu układu jednowymiarowego.....	20
2.2.1. Metoda ogólna.....	20
2.2.2. Metoda kolejnych całkowań.....	21
2.2.3. Metoda mieszana.....	22
2.2.4. Metoda zmiennej pomocniczej.....	23
2.2.5. Metoda szeregową.....	23
2.2.6. Metoda równoległą.....	24
2.2.7. Przykłady określania równań stanu.....	25
2.3. Metody określania równań stanu układu wielowymiarowego.....	26
2.3.1. Układ o jednym wejściu i q wyjściami.....	27
2.3.2. Układ o r wejściami i jednym wyjściem.....	27
2.3.3. Układ o r wejściami i q wyjściami.....	28
2.4. Określanie wartości początkowych zmiennych stanu.....	31
2.5. Określanie wartości zmiennych wyjściowych.....	33
3. Modele układów dyskretnych	34
3.1. Metody opisu układów dyskretnych.....	35
3.1.1. Opis sygnału dyskretnego.....	35
3.1.2. Opis dyskretny części ciągłej.....	36
3.2. Określanie równań stanu.....	37
3.2.1. Metoda ogólna.....	37
3.2.2. Metoda kanoniczna.....	38

3.2.3.	Metoda zmiennej pomocniczej.....	38
3.2.4.	Przykład wyznaczania równań stanu.....	39
4.	Schematy różnicowe modeli układów ciągłych.....	41
4.1.	Numeryczne metody rozwiązywania równań różniczkowych.....	42
4.1.1.	Metody Rungego-Kutty.....	43
4.1.2.	Metody wielokrokowe.....	48
4.1.3.	Zbieżność i stabilność schematów różnicowych.....	52
4.1.4.	Realizacja schematów niejawnych.....	55
4.2.	Metody przybliżonego opisu dyskretnego.....	57
4.3.	Metoda dyskretyzacji odpowiedzi czasowej.....	59
4.4.	Przykładowy model cyfrowy.....	61
5.	Modele układów zdarzeń dyskretnych.....	64
5.1.	Zdarzenie, działanie, proces.....	64
5.2.	Modelowanie upływu czasu.....	66
5.3.	Koncepcja planowania zdarzeń.....	66
5.4.	Koncepcja wyboru działania.....	68
5.5.	Koncepcja interakcji procesów.....	70
5.6.	Listy i zbiory.....	71
5.7.	Gromadzenie danych.....	71
5.8.	Generatory liczb losowych.....	73
5.8.1.	Generatory liczb losowych o rozkładzie równomiernym.....	74
5.8.2.	Generacja liczb losowych o dowolnych rozkładach.....	76
5.9.	Weryfikacja wyników badań.....	78
5.9.1.	Test chi-kwadrat zgodności rozkładu.....	79
5.9.2.	Test chi-kwadrat zgodności rozkładu par.....	80
6.	Zadania optymalizacji parametrycznej.....	84
6.1.	Przykłady zadań optymalizacji parametrycznej.....	85
6.1.1.	Dobór parametrów układu regulacji.....	85
6.1.2.	Strojenie modelu (identyfikacja).....	86
6.1.3.	Zadanie dwugraniczne.....	86
6.1.4.	Zadanie wartości własnych.....	87
6.2.	Wskaźnik jakości jako funkcja końcowych wartości wektora stanu.....	87
6.3.	Sformułowanie problemu optymalizacji i klasyfikacja algorytmów.....	88
6.4.	Wyznaczanie składowych gradientu.....	89
6.4.1.	Przykład wyznaczania równań wrażliwości.....	91
6.5.	Metody poszukiwania minimum w kierunku.....	92
6.5.1.	Metoda interpolacji kwadratowej.....	92
6.5.2.	Metoda Kiefera i metoda złotego podziału.....	93
6.5.3.	Metoda Brenta.....	94

6.6.	Metody poszukiwań prostych.....	95
6.6.1.	Metoda gradientowa.....	95
6.6.2.	Metoda Hooka-Jeevesa.....	96
6.6.3.	Metoda simpleksu Nelder-Meada.....	97
6.7.	Metody kierunków poprawy.....	99
6.7.1.	Metoda najszybszego spadku.....	99
6.7.2.	Metoda Gaussa-Seidela.....	100
6.7.3.	Metoda kierunków sprzężonych Powella.....	101
6.7.4.	Metoda gradientu sprzężonego Fletchera-Reevesa.....	103
6.7.5.	Metoda Newtona-Raphsona.....	104
6.7.6.	Metoda zmiennej metryki Fletchera-Powella-Davidona.....	104
6.7.7.	Metoda zmiennej metryki Broydena-Fletchera-Goldfarba-Shanno.....	106
6.8.	Metoda funkcji kary.....	106
6.9.	Uwagi o metodach optymalizacji parametrycznej.....	107
7.	Środowisko R.....	109
7.1.	Wprowadzenie.....	109
7.1.1.	Konwersacja z programem.....	109
7.1.2.	Uzyskiwanie pomocy.....	110
7.2.	Wektory.....	110
7.2.1.	Dostępne operatory.....	114
7.2.2.	Odwołania do elementów wektora.....	115
7.2.3.	Funkcje tablicowe.....	116
7.2.4.	Funkcje nietablicowe.....	117
7.3.	Listy.....	118
7.3.1.	Odwołanie do składowych listy.....	119
7.3.2.	Przykłady innych operacji.....	120
7.4.	Macierze i tablice.....	122
7.4.1.	Odwołanie do składowych macierzy.....	123
7.4.2.	Przykładowe operacje i funkcje.....	123
7.5.	Ramki danych.....	125
7.5.1.	Odwołanie do składowych ramki danych.....	125
7.5.2.	Przykładowe funkcje operujące na ramkach danych.....	126
7.6.	Funkcje.....	127
7.6.1.	Parametry funkcji.....	128
7.6.2.	Inicjowanie funkcji zapisanych w pliku.....	129
7.7.	Prezentacja graficzna.....	129
7.8.	Instrukcje sterujące.....	133
7.9.	Modelowanie układów dynamicznych.....	134
7.9.1.	Dodatkowe możliwości funkcji plot().....	140
7.9.2.	Modelowanie układu sterowania z impulsatorem.....	141

7.9.3.	Modelowanie skokowych zmian składowych wektora stanu.....	144
7.10.	Rozwiązywanie zadań optymalizacji parametrycznej.....	147
7.10.1.	Funkcje poszukiwania minimum.....	147
7.10.2.	Przykłady rozwiązywania zadań optymalizacji parametrycznej.....	150
8.	Środowisko obliczeń naukowo-technicznych Matlab-Simulink.....	155
8.1.	Charakterystyka środowiska.....	155
8.2.	Matlab.....	156
8.2.1.	Zasady pracy z Matlabem.....	156
8.2.2.	Wprowadzanie wartości zmiennych do przestrzeni roboczej.....	156
8.2.3.	Operacje na macierzach.....	160
8.2.4.	Generowanie wykresów.....	166
8.2.5.	Typy danych.....	171
8.2.6.	Tablice wielowymiarowe.....	171
8.2.7.	Tablice komórkowe.....	172
8.2.8.	Tablice table.....	174
8.2.9.	Łańcuchy, tablice znakowe i tablice łańcuchów.....	176
8.2.10.	Tablice struktur i klas.....	178
8.2.11.	Listy wartości rozdzielone przecinkami.....	180
8.2.12.	Instrukcje sterujące.....	180
8.2.13.	M-pliki.....	183
8.2.14.	Składnia wywołania funkcji, uchwyt funkcji.....	185
8.2.15.	Zmienne, polecenia i funkcje związane z oprogramowaniem.....	186
8.2.16.	Typy M-plików funkcyjnych.....	187
8.2.17.	Priorytet wywołania funkcji.....	188
8.2.18.	Modelowanie układów ciągłych w Matlabie.....	188
8.3.	Simulink.....	196
8.3.1.	Bloki operacyjne.....	196
8.3.2.	Budowa schematu operacyjnego.....	202
8.3.3.	Podsystemy i maskowanie.....	206
8.3.4.	MDL- i SLX-pliki.....	208
8.3.5.	Funkcje rozwiązywania zagadnień początkowych.....	209
8.3.6.	Realizacja eksperymentów.....	211
8.4.	Rozwiązywanie zadań optymalizacji parametrycznej.....	219
8.4.1.	Funkcje poszukiwania minimum.....	219
8.4.2.	Przykłady rozwiązywania zadań optymalizacji parametrycznej.....	223
8.5.	Pakiet SimEvents.....	231
8.5.1.	Obiekty, zdarzenia, sygnały.....	231
8.5.2.	Działania.....	233
8.5.3.	Bloki operacyjne pakietu SimEvents.....	234
8.5.4.	Generacja obiektów.....	235
8.5.5.	Definiowanie atrybutów.....	239

8.5.6.	Generacja wartości losowych.....	240
8.5.7.	Kolejki.....	244
8.5.8.	Stanowiska obsługi.....	245
8.5.9.	Bloki kształtowania drogi przejścia obiektów.....	246
8.5.10.	Pomiar czasu pobytu.....	250
8.5.11.	Bloki bram wejściowych.....	251
8.5.12.	Blok Simulink Function.....	253
8.5.13.	Bloki tworzenia i rozdzielania obiektów złożonych.....	253
8.5.14.	Bloki magazynowania i selekcji grupy obiektów.....	254
8.5.15.	Bloki tworzenia i rozdzielania paczki obiektów.....	256
8.5.16.	Bloki zarządzania zasobami.....	257
8.5.17.	Blok wyszukania/wycofania obiektów.....	258
8.5.18.	Przykłady modeli.....	260
9.	Biblioteka CSL++ - implementacja koncepcji wyboru działania.....	278
9.1.	Charakterystyka języka CSL.....	278
9.2.	Charakterystyka biblioteki CSL++.....	279
9.3.	Plik nagłówkowy biblioteki CSL++.....	280
9.4.	Opis klas.....	283
9.4.1.	Klasa Timer.....	283
9.4.2.	Klasy Set i Queue.....	283
9.4.3.	Metody reprezentujące operacje na grupach.....	284
9.4.4.	Klasy generatorów.....	289
9.4.5.	Klasy histogramów.....	290
9.4.6.	Klasy statystyk.....	291
9.5.	Przykłady budowy modeli.....	291
9.5.1.	Model systemu M/M/1.....	291
9.5.2.	Model sieci stanowisk obsługi.....	295
10.	Środowisko symulacyjne OMNeT++.....	303
10.1.	Charakterystyka środowiska.....	303
10.1.1.	Hierarchia modułów.....	304
10.1.2.	Komunikaty, bramy, połączenia (messages, gates, connections).....	304
10.1.3.	Parametryzacja modułów.....	305
10.1.4.	Programowanie algorytmu.....	305
10.2.	Opis topologii modelu.....	306
10.2.1.	Cechy języka opisu modelu.....	306
10.2.2.	Definiowanie topologii modułów prostych.....	307
10.2.3.	Definiowanie topologii modułów złożonych.....	308
10.2.4.	Definiowanie topologii sieci.....	312
10.2.5.	Wyrażenia.....	313
10.3.	Implementacja algorytmu symulacyjnego.....	314

10.3.1.	Czas symulacyjny.....	316
10.3.2.	Komunikaty.....	316
10.3.3.	Inne podstawowe metody i przykład zapisu algorytmu symulacyjnego	320
10.3.4.	Definiowanie własnych komunikatów.....	323
10.3.5.	Generacja liczb losowych.....	323
10.3.6.	Kontenery do przechowywania obiektów.....	324
10.3.7.	Klasy statystyk i histogramów.....	325
10.3.8.	Zapis przebiegów czasowych.....	330
10.3.9.	Zapisywanie wielkości skalarnych.....	331
10.3.10.	Sygnały.....	332
10.3.11.	Modyfikacja elementów graficznych.....	333
10.4.	Realizacja eksperymentów.....	334
10.4.1.	Dziennik zdarzeń.....	334
10.4.2.	Plik konfiguracyjny.....	334
10.4.3.	Składniki modelu i realizacja eksperymentów.....	338
10.4.4.	Cechy interfejsu graficznego.....	338
10.5.	Przykłady modeli.....	339
10.5.1.	Model systemu M/M/1.....	339
10.5.2.	Model sieci komutującej pakiety.....	348
Bibliografia		359