

Spis treści

Wstęp	7
1. Elementy teorii układów dynamicznych	11
1.1. Definicja układu dynamicznego	11
1.2. Punkty stałe i okresowe. Stabilność w sensie Lapunowa	17
1.3. Atraktor układu dynamicznego	22
1.4. Wymiar atraktora	30
1.5. Twierdzenie Takensa o zanurzeniu	31
1.6. Całka korelacyjna. Wymiar korelacyjny	33
1.7. Wrażliwość układu na zmianę warunków początkowych	34
1.8. Rekonstrukcja przestrzeni stanów układu dynamicznego	36
1.8.1. Szacowanie wartości opóźnienia czasowego	39
1.8.2. Metoda fałszywych najbliższych sąsiadów	41
1.9. Entropia Kołmogorowa	43
2. Wykładniki Lapunowa	46
2.1. Geneza charakterystycznych wykładników Lapunowa	46
2.2. Multiplikatywne twierdzenie ergodyczne Oseledeca	48
2.3. Wykładniki Lapunowa w układach deterministycznych	52
2.3.1. Wykładniki Lapunowa w dyskretnych układach dynamicznych	52
2.3.2. Wykładniki Lapunowa w ciągłych układach dynamicznych	56
2.4. Największy wykładnik Lapunowa	58
2.5. Wykładniki Lapunowa ciągu macierzy	60
2.6. Interpretacja geometryczna wykładników Lapunowa	64
2.7. Metody wyznaczania wykładników Lapunowa	65
2.8. Widmowe wykładniki Lapunowa	69
2.9. Zastosowania wykładników Lapunowa	71
2.9.1. Wykładniki Lapunowa a typ atraktora	71
2.9.2. Dyssypatywność układu dynamicznego	72
2.9.3. Wymiar Lapunowa	72
2.9.4. Wykładniki Lapunowa a K -entropia	73
2.9.5. Ilość informacji niesionych przez układ	73
2.9.6. Stabilność układów dynamicznych	75
2.9.7. Horyzont prognozy układów chaotycznych	75

3. Metody identyfikacji chaosu w szeregach czasowych	77
3.1. Chaos deterministyczny.....	77
3.2. Przykłady ekonomicznych układów z chaosem	79
3.2.1. Model Kaldora.....	80
3.2.2. Model rynku pracy.....	82
3.3. Chaos deterministyczny z szumem.....	85
3.4. Identyfikacja chaosu w szeregach czasowych.....	87
3.4.1. Największy wykładnik Lapunowa.....	89
3.4.2. Wymiar korelacyjny	90
3.4.3. Entropia K_2	92
3.4.4. Test BDS.....	93
3.4.5. Twierdzenie Brocka o resztach.....	95
3.4.6. Mieszanie danych	96
3.4.7. Analiza przeskalowanego zakresu R/S.....	96
3.4.8. Miara determinizmu DETM	98
4. Prognozowanie układów chaotycznych	100
4.1. Lokalna aproksymacja wielomianowa	101
4.2. Metoda najbliższych sąsiadów	105
4.3. Prognozowanie za pomocą największego wykładnika Lapunowa	109
4.4. Ocena poprawności otrzymanych prognoz.....	113
5. Badania empiryczne	114
5.1. Przedmiot badania	114
5.2. Rekonstrukcja przestrzeni stanów szeregu czasowego.....	117
5.3. Szacowanie wartości największego wykładnika Lapunowa	121
5.4. Wykrywanie chaosu w szeregach czasowych	124
5.4.1. Wykładnik Lapunowa dla szeregów reszt	124
5.4.2. Wymiar korelacyjny	127
5.4.3. Test BDS.....	131
5.4.4. Wykładnik Hursta.....	140
5.4.5. Współczynnik DETM.....	145
5.5. Prognozowanie ewolucji szeregów czasowych.....	146
5.5.1. Metoda LE – największego wykładnika Lapunowa.....	147
5.5.2. Prognozy ekonomicznych szeregów czasowych.....	150
5.5.3. Porównanie efektywności wybranych metod prognozowania.....	154
5.5.4. Błąd prognozy a horyzont czasowy.....	158
Zakończenie	161
Literatura.....	163