

Spis treści

Przedmowa	9
Rozdział 1. Przekształcenie Z i jego własności	11
1.1. Definicja przekształcenia Z	11
1.1.1. Ciągi liczbowe	11
1.1.2. Definicja transformaty Z	12
1.1.3. Przedłużenia analityczne	13
1.1.4. Próbkowanie sygnałów	14
1.2. Własności przekształcenia Z	16
1.2.1. Elementarne własności transformat	16
1.2.2. Splot	20
1.2.3. Ciąg iloczynów	20
1.2.4. Przykłady obliczania transformat	21
1.3. Twierdzenia graniczne	22
1.3.1. Twierdzenia Abela i Littlewooda	22
1.3.2. Graniczne związki między ciągiem i jego Z -transformatą	26
1.3.3. Sumowanie szeregów trygonometrycznych	28
1.4. Przekształcenie odwrotne	29
1.4.1. Metoda bezpośrednia	29
1.4.2. Wzór całkowy Cauchy'ego i szereg Taylora	30
1.4.3. Funkcja wymierna	31
Rozdział 2. Liniowe równania różnicowe	36
2.1. Podstawowe własności rozwiązań	36
2.1.1. Ogólna postać rozwiązania	36
2.1.2. EkspONENT rozwiązania	38
2.1.3. Twierdzenie o stabilności	39

2.2. Kryteria stabilności	41
2.2.1. Warunki konieczne	41
2.2.2. Przekształcenie homograficzne	42
2.2.3. Kryterium Hurwitza	44
2.2.4. Wielomiany stopnia 2, 3 i 4	45
2.2.5. Zasada argumentu	47
2.2.6. Zera wielomianów trygonometrycznych	49
2.2.7. Twierdzenie Rouchégo i kryterium porównawcze	50
Rozdział 3. Operacje w przestrzeniach ciągów	53
3.1. Przestrzenie ciągów liczbowych	53
3.1.1. Przestrzenie unormowane	53
3.1.2. Przestrzeń l^2	54
3.1.3. Przestrzeń metryczna zupełna	56
3.1.4. Ciągi dwustronne	58
3.1.5. Dyskretne przekształcenie Fouriera	59
3.2. Operacje przyczynowe i stacjonarne	62
3.2.1. Operacje liniowe	62
3.2.2. Przykłady obliczania normy operacji	63
3.2.3. Operacja przyczynowa	64
3.2.4. Operacja stacjonarna	65
3.2.5. Splot jako operacja liniowa stacjonarna	66
3.3. Stan przejściowy i ustalony	67
3.3.1. Podstawowe własności splotu	67
3.3.2. Stan ustalony	68
3.3.3. Stan przejściowy	71
Rozdział 4. Równania z operacją splotu	75
4.1. Równość Parsewala	75
4.1.1. Iloczyn skalarny	75
4.1.2. Operacja splotu w przestrzeni l^2	76
4.1.3. Średnia kwadratowa	78
4.1.4. Przykład równania drugiego rzędu	79

4.2. Ciągi bezwzględnie sumowalne	81
4.2.1. Pierścień unormowany	81
4.2.2. Całkowy moduł ciągłości	82
4.2.3. Zestawienie relacji między ciągiem i jego \mathcal{Z} -transformatą	83
4.2.4. Twierdzenie Wienera dla ciągów dwustronnych	84
4.3. Równania ze splotem	85
4.3.1. Sprzężenie zwrotne	85
4.3.2. Rozwiązanie równania z operacją splotu	86
4.3.3. Równania dla ciągów okresowych	88
4.3.4. Okresowe rozwiązania równania jednorodnego	89
4.3.5. Równania w zbiorze ciągów dwustronnych	91
Rozdział 5. Równania nieliniowe. Stabilność	95
5.1. Równania z operacją przyczynową	95
5.1.1. Ogólna postać operacji przyczynowej	95
5.1.2. Definicje stabilności	96
5.2. Stabilność w przestrzeni l^2	98
5.2.1. Równania z operacją ograniczoną	98
5.2.2. Szczególny przypadek operacji nieliniowej	101
5.2.3. Równania z operacją dodatnią	103
5.2.4. Przypadek funkcji monotonicznej	105
Rozdział 6. Rozwiązania okresowe	109
6.1. Równania z operacją N -okresową	109
6.1.1. Operacje N -okresowe	109
6.1.2. Równania dla ciągów okresowych	111
6.1.3. Odwzorowania zwężające	114
6.1.4. Przykład wykorzystania twierdzenia Banacha	116
6.2. Bifurkacja rozwiązań okresowych	120
6.2.1. Uwagi o rozwiązywaniu równań	120
6.2.2. Równania dla współczynników Fouriera	122
6.2.3. Lokalna jednoznaczność zerowego rozwiązania	126
6.2.4. Równanie rozgałęzienia	127
6.3. Przykłady bifurkacji	131
6.3.1. Rozwiązania o okresie $N = 4$	131
6.3.2. Rozwiązania o okresie $N = 3$	133

6.3.3. Rozwiązania o okresie $N = 5$	135
6.3.4. Zmiana parametrów	138
6.3.5. Podwajanie okresu	141
6.4. Stabilność rozwiązań okresowych	143
6.4.1. Globalna stabilność rozwiązania okresowego	143
6.4.2. Lokalna stabilność rozwiązania okresowego	147
6.4.3. Przykład wyznaczania warunków lokalnej stabilności	148
Literatura	153
Skorowidz	155