

POLITECHNIKA GDAŃSKA

ZBIGNIEW KNEBA

STUDIUM PROBLEMÓW
ZARZĄDZANIA
CIEPŁEM ODPADOWYM SILNIKA
W SAMOCHODACH OSOBOWYCH



GDAŃSK 2011

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO
WYDAWNICTWA POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Romuald Szymkiewicz

REDAKTOR PUBLIKACJI NAUKOWYCH

Janusz T. Cieśliński

REDAKTOR SERII

Marek Szkodo

RECENZENCI

Zdzisław Chłopek

Jerzy Merkisz

PROJEKT OKŁADKI

Jolanta Cieślawska

Wydano za zgodą
Rektora Politechniki Gdańskiej

Oferta wydawnicza Politechniki Gdańskiej jest dostępna pod adresem
www.pg.gda.pl/WydawnictwoPG

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej
Gdańsk 2011

Utwór nie może być powielany i rozpowszechniany, w jakiegokolwiek formie
i w jakikolwiek sposób, bez pisemnej zgody wydawcy

ISBN 978–83–7348–371–2

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Wydanie I. Ark. wyd. 7,7, ark. druku 7,75, 114/632

Druk i oprawa: *EXPOL* P. Rybiński, J. Dąbek, Sp. Jawna
ul. Brzeska 4, 87-800 Włocławek, tel. 54 232 37 23

Spis treści

1. Wstęp	7
2. Układy równań liniowych	8
2.1. Wprowadzenie	8
2.2. Podział numerycznych metod rozwiązania i ich ogólne cechy	8
2.3. Metody eliminacyjne	9
2.3.1. Metoda eliminacji Gaussa	9
2.3.2. Metoda Jordana	10
2.4. Metody dekompozycyjne	11
2.4.1. Wprowadzenie	11
2.4.2. Metoda Gaussa-Doolittle'a	12
2.4.3. Metoda Gaussa-Crouta	13
2.4.4. Metoda Choleskiego (Banachiewicza)	13
2.5. Metody przybliżone	14
2.5.1. Metoda iteracyjna Gaussa	14
2.5.2. Metoda Gaussa-Seidla	15
2.5.3. Metoda nadrelaksacji	15
2.6. Przykłady	16
2.6.1. Metoda Gaussa	16
2.6.2. Metoda Jordana	19
2.6.3. Odwrócenie macierzy metodą Jordana	19
2.6.4. Metoda Gaussa-Doolittle'a	21
2.6.5. Metoda Gaussa-Crouta	23
2.6.6. Metoda Choleskiego	25
2.6.7. Metoda iteracyjna Gaussa	27
2.6.8. Metoda Gaussa-Seidla	29
2.6.9. Metoda nadrelaksacji	31
3. Problem własny	34
3.1. Podstawy teoretyczne	34
3.1.1. Wprowadzenie	34
3.1.2. Sprowadzenie ogólnej postaci problemu własnego do postaci standardowej ..	35
3.1.3. Rozwiązanie postaci standardowej	37
3.1.4. Rozwiązanie standardowego problemu własnego metodą Jacobiego	38
3.1.5. Metoda potęgowa	40
3.1.6. Inne metody numerycznego rozwiązania problemu własnego	41
3.2. Przykłady	41
3.2.1. Poszukiwanie punktów zerowych wielomianu	41
3.2.2. Wektory własne	42
3.2.3. Metoda Jacobiego	43
3.2.4. Metoda potęgowa	47

3.2.5. Najmniejsza wartość własna metodą potęgową	49
3.2.6. Rozwiązanie problemu własnego dla ramy	51
4. Równania nieliniowe	56
4.1. Podstawy teoretyczne	56
4.1.1. Informacje ogólne	56
4.1.2. Metoda przeszukiwania	56
4.1.3. Metoda połowienia kroku	57
4.1.4. Metoda lokalnego minimum	57
4.1.5. Metoda Monte Carlo	57
4.1.6. Metoda siecznych	57
4.1.7. Metoda siecznych z przyspieszeniem	58
4.1.8. Metoda stycznych (Newtona)	59
4.1.9. Zmodyfikowane metody typu Newtona dla pierwiastków wielokrotnych ...	59
4.2. Przykłady	61
4.2.1. Metoda przeszukiwania	61
4.2.2. Metoda połowienia kroku	63
4.2.3. Metoda minimum lokalnego	65
4.2.4. Metoda siecznych	68
4.2.5. Metoda siecznych z przyspieszeniem	71
4.2.6. Metoda stycznych	73
4.2.7. Metoda Monte Carlo	76
5. Interpolacja	78
5.1. Wprowadzenie	78
5.2. Interpolacja liniowa	79
5.3. Interpolacja kwadratowa	80
5.4. Interpolacja Newtona dla wielomianu dowolnego stopnia	80
5.5. Interpolacja wielomianami Czebyszewa	81
5.6. Interpolacja wielomianami Hermite'a	81
5.7. Interpolacja wielomianami Lagrange'a	82
5.8. Interpolacja szeregami Fouriera	82
5.9. Przykłady	82
5.9.1. Interpolacja liniowa	82
5.9.2. Interpolacja kwadratowa	84
5.9.3. Interpolacja sześcienna	85
6. Aproksymacja	87
6.1. Wprowadzenie	87
6.2. Aproksymacja interpolacyjna	87
6.3. Aproksymacja jednostajna	87
6.4. Metoda najmniejszych kwadratów – wariant liniowy	88
6.5. Ocena dokładności aproksymacji	89
6.6. Przykłady	91
6.6.1. Aproksymacja wielomianowa metodą najmniejszych kwadratów	91

7. Całki oznaczone	97
7.1. Wprowadzenie	97
7.2. Standaryzacja przedziału całkowania	97
7.3. Metody obliczania całek	97
7.3.1. Metoda Newtona-Cotesa	97
7.3.2. Metoda Gaussa	99
7.3.3. Iteracyjny algorytm Romberga	101
7.3.4. Metoda Monte Carlo	101
7.4. Przykłady	101
7.4.1. Metoda Newtona-Cotesa bez standaryzacji przedziału całkowania	102
7.4.2. Metoda Newtona-Cotesa ze standaryzacją przedziału całkowania	103
7.4.3. Całkowanie metodą Gaussa ze standaryzacją przedziału całkowania	104
8. Równania różniczkowe I rzędu	108
8.1. Wprowadzenie	108
8.2. Podział metod rozwiązywania równań różniczkowych I rzędu	109
8.2.1. Metoda Eulera	109
8.2.2. Metoda punktu środkowego	110
8.2.3. Metoda Rungego-Kutty	110
8.2.4. Metoda trapezów	111
8.2.5. Metoda Adamsa-Bashforth-Moultona	112
8.3. Przykład	112
8.3.1. Zastosowanie algorytmu Eulera	112
8.3.2. Rozwiązanie metodą punktu środkowego	114
8.3.3. Rozwiązanie metodą Heuna	114
8.3.4. Rozwiązanie klasyczną metodą Rungego-Kutty	115
8.3.5. Rozwiązanie metodą trapezów	116
8.3.6. Rozwiązanie metodą Adamsa-Bashforth-Moultona	117
9. Równania różniczkowe II rzędu	119
9.1. Wprowadzenie	119
9.2. Podział metod rozwiązywania równań ruchu	119
9.2.1. Metoda superpozycji modalnej	120
9.2.2. Metoda różnic centralnych	122
9.2.3. Metoda Newmarka	124
9.3. Przykład	126
9.3.1. Rozwiązanie analityczne metodą superpozycji modalnej	126
9.3.2. Rozwiązanie metodą różnic centralnych	130
9.3.3. Rozwiązanie metodą Newmarka	134
Literatura	139