

Obsah

Úvod 4

1. Dynamické systémy a jejich matematický popis 5

1.1 Formulace dynamického systému, systémový přístup 5

1.2 Zhodnocení možností systémového přístupu 5

1.3 Matematická formulace dynamických systémů 6

1.4 Formulace stavového prostoru 9

1.5 Transformace pohybových rovnic pohonových soustav do stavového prostoru 11

1.6 Strukturní rozbor dynamických systémů 12

1.7 Matematický model dynamického systému a podmínky jeho řešení 14

1.8 Závěrečná poznámka k první kapitole 17

2 Řešení obyčejných diferenciálních rovnic ve stavovém prostoru 18

2.1 Úvodní poznámka 18

2.2 Obecný systém obyčejných diferenciálních rovnic (ODR) r – tého řádu 18

2.3 Systém obyčejných diferenciálních rovnic 2. řádu 20

2.4 Sestavení modelu dynamického systému ve stavovém prostoru a jeho řešení 21

2.4.1 Stavová interpretace lineárního stacionárního systému 22

2.4.2 Řešení lineárních stacionárních stavových rovnic 27

2.4.3 Řešení lineárních nestacionárních stavových rovnic 29

2.4.4 Model mechanické části pohonové soustavy ve stavovém prostoru 31

2.4.5 Modelování MIMO-systémů ve stavovém prostoru 35

3: Metody numerické integrace obyčejných diferenciálních rovnic 39

3.1 Úvodní poznámka 39

3.2 Formulace základní úlohy numerického řešení 39

3.3 Stabilita podle Lyapunova 40

3.4 Existence a jednoznačnost řešení 41

3.5 Konvergence, konzistence a stabilita numerického řešení 41

3.5.1 Podmínky konvergence 42

3.5.2 Podmínky konzistence 42

3.5.3 Stabilita 43

3.6 Tuhost matematických modelů 44

3.6.1 Princip tuhosti 44

3.6.2 Tuhost lineárních matematických modelů 45

3.7	Obecný problém numerického řešení	46
3.8	Numerické metody pro řešení stiff-rovnic	47
3.8.1	Implicitní řešení	50
3.8.2	Řízení délky integračního kroku	51
4:	Vybrané numerické metody pro řešení tuhých soustav obyčejných diferenciálních rovnic	54
4.1	Úvodní poznámka	54
4.2	Víceúrovňové algoritmy [16].	54
4.2.1	Implicitní metody Runge-Kutta	54
4.2.2	Semi-implicitní metody Runge-Kutta	54
4.2.3	Procedury Rosenbrocka	54
4.2.4	Víceukrokové metody – zpětná diferenční formule	55
4.2.5	Cyklické víceukrokové metody	55
4.2.6	Víceukrokové metody s vyššími derivacemi	55
4.2.7	Extrapolací metody	56
4.2.8	Exponenciálně fittované metodiky	56
4.3	Porovnání integračních metod	56
4.4	Matematické programové soubory	57
4.4.1	Matematický program MATLAB	57
4.4.2	Simulační program Simulink	59
4.4.3	Simulační program DYNAST	60
4.4.4	Matematický program MathCAD	61
5.	Přímé řešení obyčejných diferenciálních rovnic II. řádu	63
5.1	Úvodní poznámka	63
5.2	Standardní algoritmy	63
5.3	Algoritmus metody centrálních diferencí	64
5.3.1	Sestavení počítačového modelu pro metodu centrálních diferencí	65
5.3.2	Jiné úpravy pravých stran pohybových rovnic	66
5.4	Newmarkova integrační metoda	69
5.4.1	Úprava Newmarkova algoritmu pro nelineární modely	69
5.4.2	Analýza přesnosti Newmarkovy metody	73
5.5	Metoda maticové exponenciály [23]	75
5.6	Jiné metody	77
	Přehled použité literatury	78