

1.	ÚVOD DO SIMULACE SYSTÉMŮ	1
1.1	Základní systémové pojmy	1
1.2	Struktura systému	3
1.2.1	Strukturní matice systému	4
1.2.2	Znázornění struktury systému pomocí orientovaných grafů	5
1.3	Simulace systému	7
1.4	Identifikace systému - vytvoření matematického modelu	8
1.4.1	Rozdělení metod identifikace systému	9
1.4.2	Základní deterministické metody experimentální identifikace	9
1.4.3	Vstupní signály	16
2.	DYNAMICKÝ SYSTÉM, ZÁKLADNÍ DYNAMICKÉ RELACE	19
2.1	Dynamická relace zpoždění	20
2.2	Dynamická relace integrace	21
2.3	Vlastnosti relací integrace a zpoždění	21
2.4	Stav dynamického systému	22
3.	STAVOVÁ FORMULACE A OBECNÁ STRUKTURA DYNAMICKÉHO SYSTÉMU	24
3.1	Stavové formulace různých typů dynamických systémů	27
3.2	Rovnovážný stav dynamického systému	28
3.3	Stavová trajektorie systému	34
3.4	Lineární dynamický systém, linearizace v okolí rovnovážného stavu	34
3.5	Stabilita rovnovážného stavu systému	37
3.6	Vybrané vlastnosti lineárního dynamického systému	39
3.7	Vyšetřování stability rovnovážného stavu lineárního dynamického systému	41
4.	PŘEVOD NESTAVOVÉ FORMULACE DYNAMICKÉHO SYSTÉMU NA STAVOVOU	43
4.1	Metoda postupné integrace	44
4.2	Metoda snižování řádu derivace	49
4.3	Sestavení stavového modelu systému z přenosu	56
4.3.1	Sériové programování	56
4.3.2	Paralelní programování	59
4.4	Rozklad více relací pro několik vstupů a výstupů na stavovou formulaci	64
4.5	Převod nestavové nelineární formulace dynamického systému na stavovou	68
5.	CITLIVOSTNÍ ANALÝZA DYNAMICKÝCH SYSTÉMŮ	70
5.1	Vyšetření citlivostní funkce systému	73
5.2	Citlivostní systém	74
5.3	Citlivostní analýza dynamického systému popsaného lineárním stavovým modelem	81
5.3.1	Vyšetření citlivosti na změnu prvku matic stavového modelu systému	83

6.	OMEZENÍ PLATNOSTI RELACÍ MODELU SYSTÉMU	87
6.1	Typické nelinearity	88
6.2	Omezení dynamické relace integrace	92
7.	VYROVNÁNÍ KOEFICIENTŮ A DYNAMICKÉ PŘIZPŮSOBNÍ MODELU SYSTÉMU	94
7.1	Normování modelu systému	94
7.2	Stanovení norem systémových veličin	96
7.3	Dynamické přizpůsobení modelu systému	97
7.4	Stanovení měřítka času	99
8.	REALIZACE MODELU SYSTÉMU NA ČÍSLICOVÉM POČÍTAČI	104
9.	MATEMATICKÝ MODEL FUNKČNÍCH ZÁVISLOSTÍ	105
9.1	Aproximace funkcí	105
9.1.1	Lineární regrese	106
9.2	Interpolace funkcí	108
9.2.1	Interpolace pomocí polynomů	108
9.2.2	Interpolace pomocí spline-funcí	110
9.2.3	Další použití spline-funcí	115
9.2.4	Periodická spline-funkce	115
9.2.5	Parametrická spline-funkce	117
9.2.6	Parametrizace posloupnosti	118
9.2.7	Cyklická spline-funkce - interpolace uzavřených křivek	119
10.	NUMERICKÉ METODY VÝPOČTU INTEGRÁLU A DERIVACE FUNKCE	121
10.1	Numerické metody výpočtu integrálu	121
10.1.1	Obdélníková metoda	121
10.1.2	Lichoběžníková metoda	122
10.1.3	Simpsonova metoda	123
10.2	Numerické metody výpočtu derivace	124
10.2.1	Výpočet derivace funkce pomocí interpolace polynomy	124
10.2.2	Výpočet derivace funkce pomocí spline-funkce	126
11.	NUMERICKÉ METODY ŘEŠENÍ DIFERENCIÁLNÍCH ROVNIC	127
11.1	Jednokrokové metody	128
11.1.1	Eulerova metoda	128
11.1.2	Metody Rungova - Kuttova typu	129
11.2	Víceprokové metody	130
11.2.1	Prediktorové metody	131
11.2.2	Korektorové metody	132
11.2.3	Metody prediktor-korektor	133
11.3	Numerické metody řešení soustavy obyčejných diferenciálních rovnic - stavových rovnic systému	134
11.4	Numerické řešení stavových rovnic lineárních časově invariantních systémů	135
11.4.1	Výpočet matice přechodu přímým rozvojem v řadě	138
11.4.2	Výpočet matice přechodu podle Planta	140
11.5	Stabilita metod řešení diferenciálních rovnic	143

11.6	Tuhé systémy diferenciálních rovnic	147
11.6.1	A-stabilní metody řešení diferenciálních rovnic	148
12.	SNIŽOVÁNÍ ŘÁDU STAVOVÝCH MODELŮ SYSTÉMU	151
12.1	Redukce řádu stavových modelů	152
12.2	Metody vycházející z aproximace výstupního vektoru	155
12.2.1	Agregační metody	155
12.2.2	Metody minimalizující chybu výstupu	156
12.2.3	Metody minimalizující chybu rovnice	157
12.3	Metody vycházející z aproximace části stavového vektoru	159
12.3.1	Snížení řádu metodou singulární perturbace	159
12.3.2	Modální postupy redukce řádu stavových modelů	160
12.3.2.1	Redukce řádu podle Davisona	164
12.3.2.2	Redukce řádu podle Marshalla	165
12.3.2.3	Metoda modální redukce podle Litze	167
12.3.2.4	Redukce řádu podle Rotha	170
12.4	Shrnutí metod redukce řádu stavových modelů	173
12.5	Úprava vztahů metody redukce podle Litze pro výpočet na počítači	173
12.6	Postup výpočtu redukovaného modelu v případě nulových vlastních čísel	175
12.7	Záměna pořadí složek stavového vektoru	177
12.8	Transformace systému na Jordanův tvar se zadaným pořadím vlastních čísel	178
12.9	Postup při aplikaci metody modální redukce podle Litze	178
12.10	Rozklad stavového vektoru systému	179
12.11	Míra dominantnosti	180
13.	SIMULAČNÍ JAZYKY	187
13.1	Implicitní rovnice, rychlé zpětné vazby	188
13.2	Program DYNAST	190
13.3	Simulační program SIPRO	197

LITERATURA