

# OBSAH

	<b>Predslov</b> . . . . .	9
	doc. Ing. Štefan Neuschl, CSc.	
<b>1</b>	<b>Úvod k modelovaniu na počítačoch</b> . . . . .	11
1.1	Základné pojmy . . . . .	13
1.2	Základy teórie systémov . . . . .	23
1.3	Niektoré druhy dynamických systémov . . . . .	26
	Literatúra . . . . .	28
	doc. Ing. Štefan Neuschl, CSc.	
<b>2</b>	<b>Modelovanie spojitých systémov</b> . . . . .	29
2.1	Opis spojitých systémov . . . . .	29
2.2	Opis spojitých dynamických systémov . . . . .	29
2.2.1	Opis lineárnych dynamických systémov stavovými a fázovými veličinami . . . . .	34
2.2.2	Riaditeľnosť a poznateľnosť modelu . . . . .	42
2.2.2.1	Stupeň riaditeľnosti a poznateľnosti . . . . .	43
2.2.3	Zobrazenie vektorových rovníc . . . . .	43
2.2.4	Prevod medzi fázovými a stavovými veličinami . . . . .	44
2.2.5	Riešenie systému lineárnych diferenciálnych rovníc 1. rádu . . . . .	45
2.2.6	Číslkové a impulzné obvody . . . . .	47
2.2.7	Opis nelineárnych dynamických systémov . . . . .	52
2.3	Použitie numerických metód . . . . .	55
2.3.1	Extrapoláčne metódy . . . . .	57
2.3.2	Interpoláčne metódy . . . . .	58
2.3.3	Metódy prediktorovo-korektorové . . . . .	61
2.3.3.1	Vzorce, ktoré obsahujú vyššie derivácie . . . . .	61
2.3.4	Metódy Rungeho—Kuttu . . . . .	64
2.3.5	Vlastnosti metód integrácie . . . . .	67
2.3.5.1	Presnosť riešenia . . . . .	68
2.3.5.2	Stabilita metód numerickej integrácie . . . . .	70
2.3.6	Začiatok riešenia . . . . .	73
2.4	Použitie z-transformácie . . . . .	74
2.4.1	Aproximácia vstupných veličín . . . . .	76
2.4.2	Modelovanie lineárnych a otvorených systémov . . . . .	80
2.4.3	Modelovanie spätnoväzbových systémov . . . . .	81
2.4.4	Modelovanie pri nenulových začiatočných podmienkach . . . . .	83
2.4.5	Modelovanie systémov s použitím nulovaných integrátorov . . . . .	85
2.4.6	Znázornenie metód numerickej integrácie pomocou blokov so stupňovými prenosmi . . . . .	89

2.5	Modelovanie a simulácia spojitých systémov . . . . .	92
2.5.1	Tvorba simulačných programov — základný algoritmus . . . . .	93
2.5.2	Simulačné jazyky pre spojité systémy . . . . .	96
2.5.3	Simulačný jazyk CSMP . . . . .	101
2.6	Príklady na modelovanie spojitých systémov . . . . .	103
2.7	Prehľad funkcií jazyka CSMP 360 a CSMP III . . . . .	106
2.8	Modelovanie kombinovaných systémov . . . . .	124
2.8.1	Opis a charakteristika kombinovaných systémov . . . . .	124
2.8.2	Simulačné jazyky pre kombinované systémy . . . . .	126
2.8.3	Synchronizácia procesov pri simulovaní kombinovaných systémov . . . . .	129
2.8.4	Simulačný jazyk GASP IV . . . . .	131
2.8.4.1	Spôsob reprezentácie simulačného modelu v jazyku GASP IV — SMEP . . . . .	132
2.8.4.2	Štruktúra a základné funkcie simulačného programu jazyka GASP IV — SMEP . . . . .	132
2.8.4.3	Programová realizácia simulačného jazyka GASP IV — SMEP . . . . .	133
2.8.4.4	Základné rysy simulačného jazyka GASP IV — SMEP . . . . .	134
2.8.5	Využitie simulačného systému GASP IV na modelovanie teplotných procesov . . . . .	137
2.8.5.1	Matematická formulácia problému . . . . .	137
2.8.5.2	Voľba metódy riešenia . . . . .	138
2.8.5.3	Používateľské programy . . . . .	139
2.8.5.4	Zhodnotenie výsledkov . . . . .	141
	Literatúra . . . . .	142

prof. Ing. Jan Blatný, CSc., Ing. Jaroslav Zendulka, CSc.

<b>3</b>	<b>Modelovanie logických systémov . . . . .</b>	<b>145</b>
3.1	Dekompozícia návrhu číslicového systému . . . . .	145
3.2	Úloha simulácie v procese návrhu . . . . .	150
3.3	Úrovne opisu logických systémov . . . . .	151
3.4	Základné pojmy a techniky používané pri modelovaní a simulácii číslicových systémov . . . . .	160
3.4.1	Otázky modelovania . . . . .	162
3.4.1.1	Rozsah modelovaných obvodov . . . . .	162
3.4.1.2	Spôsob opisu obvodu . . . . .	163
3.4.1.3	Modely signálov . . . . .	165
3.4.1.4	Modely oneskorení . . . . .	166
3.4.1.5	Modelovanie porúch . . . . .	167
3.4.2	Otázky implementácie . . . . .	168
3.4.2.1	Jednoduchosť použitia . . . . .	168
3.4.2.2	Strojová nezávislosť . . . . .	168
3.4.2.3	Kódovanie simulačných hodnôt . . . . .	169
3.4.2.4	Realizácia simulačného algoritmu . . . . .	170
3.4.2.5	Mechanizmus toku času v modeli . . . . .	171
3.4.2.6	Techniky zvýšenia rýchlosti simulácie . . . . .	175
3.4.2.7	Simulácia porúch . . . . .	178
3.5	Modelovanie a simulácia na úrovni logických členov . . . . .	181
3.5.1	Simulátory riadené tabuľkami . . . . .	183
3.5.2	Algoritmus simulácie . . . . .	186
3.5.3	Simulačný systém LOGSIM — SIMLOG . . . . .	189
3.5.4	Zvláštnosti modelovania logických obvodov MOS . . . . .	198
3.6	Modelovanie a simulácia na úrovni medziregistrových prenosov . . . . .	199

3.6.1	Všeobecná charakteristika jazykov RTL . . . . .	200
3.6.2	Charakteristika niektorých jazykov medziregistrových prenosov . . . . .	203
3.7	Systém SFDL/SCL na simuláciu číslicových obvodov . . . . .	219
3.7.1	Charakteristika jazyka SFDL . . . . .	223
3.7.2	Jazyk SCL na riadenie simulácie . . . . .	233
3.8	Príklady . . . . .	238
3.9	Simulačné systémy na logickú simuláciu používané v ČSSR . . . . .	249
	Literatúra . . . . .	253

Ing. Jiří Šafařík, CSc.

<b>4</b>	<b>Modelovanie systémov hromadnej obsluhy . . . . .</b>	<b>255</b>
4.1	Systém hromadnej obsluhy . . . . .	255
4.2	Základy teórie hromadnej obsluhy . . . . .	257
4.2.1	Náhodné veličiny . . . . .	257
4.2.1.1	Príklady diskretných rozdelení . . . . .	261
4.2.1.2	Príklady spojitých rozdelení . . . . .	262
4.2.2	Náhodné procesy . . . . .	264
4.2.3	Markovovské procesy . . . . .	270
4.2.4	Klasifikácia systémov hromadnej obsluhy . . . . .	274
4.2.5	Systém M/M/1 . . . . .	275
4.2.6	Systém M/M/n . . . . .	281
4.2.7	Systém M/M/n s obmedzenou dĺžkou radu . . . . .	286
4.2.8	Uzavretý systém M/M/n . . . . .	289
4.2.9	Nemarkovovské systémy hromadnej obsluhy . . . . .	292
4.2.10	Obslužné siete . . . . .	296
4.3	Pravdepodobnostné modely výpočtových systémov . . . . .	303
4.3.1	Modely výpočtových systémov . . . . .	303
4.3.2	Systémy s nepreemptívnym plánovaním . . . . .	304
4.3.3	Systémy s preemptívnym plánovaním . . . . .	311
4.3.4	Otvorené obslužné siete . . . . .	315
4.3.5	Uzavreté obslužné siete . . . . .	317
4.4	Simulácia diskretných systémov . . . . .	323
4.4.1	Vytváranie náhodných veličín s rovnomerným rozdelením . . . . .	323
4.4.2	Vytváranie náhodných veličín s daným rozdelením . . . . .	329
4.4.3	Testovanie . . . . .	337
4.4.4	Metóda Monte-Carlo . . . . .	342
4.4.5	Opis správania sa diskretných systémov . . . . .	348
4.4.6	Základné simulačné štruktúry . . . . .	353
4.4.7	Spracovanie výsledkov simulácie . . . . .	363
4.5	Jazyky na simuláciu diskretných systémov . . . . .	369
4.5.1	Simulačné jazyky . . . . .	369
4.5.2	Jazyky orientované na udalosti . . . . .	372
4.5.3	Jazyky orientované na procesy . . . . .	376
	Literatúra . . . . .	402

doc. Ing. Štefan Neuschl, CSc.

<b>5</b>	<b>Perspektívy modelovania na počítačoch . . . . .</b>	<b>404</b>
5.1	Gnozeologické poznámky . . . . .	404

---

5.2	Metodologické poznámky . . . . .	406
5.3	K čomu smeruje modelovanie a simulácia . . . . .	407
	Literatúra . . . . .	411
	Príloha . . . . .	413
	Register . . . . .	419