

Obsah

	Předmluva	11
	Symbolika a terminologie nejdůležitějších pojmů	18
1.	Úvodní poznámky k obecné metodice výzkumných prací	23
1.1.	Modely objektů a jevů	23
1.1.1.	Klasifikace modelů	24
1.1.2.	Etapy vytváření modelů	26
1.1.3.	Duální přístup v obecné metodice vědecké práce	28
1.1.4.	Fyzikální a matematické modely	30
1.1.5.	Odchyšky řešení matematického modelu od skutečnosti	35
1.2.	Některé obecné metodické přístupy	37
1.2.1.	Dynamické soustavy a úlohy s nimi související	37
1.2.2.	Lineární modely	39
1.2.3.	Rozměrová analýza	41
1.2.4.	Diracova funkce	48
1.2.5.	Integrální transformace	50
2.	Základní metodické prostředky	58
2.1.	Základní pojmy a metody teorie pravděpodobnosti	58
2.1.1.	Náhodný jev a pravděpodobnost	58
2.1.2.	Náhodné veličiny a jejich charakteristiky	60
2.1.3.	Analytické modely a vytvářecí mechanismy důležitých rozdělení	67
2.1.4.	Soustavy funkcí rozdělení	71
2.1.5.	Aproximace distribuční funkce řadami	75
2.1.6.	Problematika analytického popisu sdružených rozdělení	76
2.1.7.	Charakteristiky stochastické vazby mezi složkami náhodného vektoru	76
2.2.	Vytváření modelů složitých náhodných jevů	77
2.2.1.	Transformace náhodných veličin	77
2.2.2.	Skládání náhodných veličin	81
2.2.3.	Rozdělení s náhodnými parametry	83
2.2.4.	Některé další typy složených modelů	84

2.3.	Náhodné procesy a jejich charakteristiky	86
2.3.1.	<i>Funkce rozdělení pravděpodobnosti a jejich momenty</i>	86
2.3.2.	<i>Zvláštní třídy náhodných procesů</i>	88
2.3.2.1.	Čistě náhodné a nekorelované procesy	89
2.3.2.2.	Stacionární procesy	89
2.3.2.3.	Markovovy procesy	90
2.3.2.4.	Přirůstkové procesy	91
2.3.2.5.	Normální procesy	91
2.3.3.	<i>Vlastnosti charakteristik druhého řádu</i>	92
2.3.4.	<i>Derivování a integrování náhodných procesů</i>	95
2.3.5.	<i>Analytické tvary charakteristik druhého řádu</i>	98
2.3.6.	<i>Úlohy o překročení úrovně</i>	101
2.3.7.	<i>Obálka náhodného procesu</i>	110
2.3.8.	<i>Charakteristiky vektorových náhodných procesů</i>	112
2.4.	Problematika náhodných procesů obecných vlastností	115
2.4.1.	<i>Fourierova řada a Fourierův integrál deterministické funkce</i>	116
2.4.2.	<i>Spektrální zobrazení náhodných procesů</i>	118
2.4.3.	<i>Klasifikace nestacionárních náhodných procesů</i>	121
2.4.4.	<i>Procesy s elipticky souměrnými rozděleními</i>	124
2.4.5.	<i>Jednotný model pro nestacionární a/nebo negaussovské náhodné procesy</i>	128
2.5.	Náhodné funkce několika argumentů	129
2.6.	Zdroje náhodného kmitání strojů a konstrukcí a jejich analytické modely	129
2.7.	Základní úlohy a metody matematické statistiky	130
2.7.1.	<i>Náhodný výběr a výběrová rozdělení</i>	131
2.7.2.	<i>Bodové a intervalové odhady</i>	133
2.7.3.	<i>Testování statistických hypotéz</i>	136
2.8.	Základní metody popisu a řešení lineárních dynamických soustav 138	
2.8.1.	<i>Jednohmotová soustava</i>	138
2.8.2.	<i>Soustavy s několika soustředěnými hmotami a jedním vstupem</i> 144	
2.8.3.	<i>Modely fyzikálně realizovatelných dynamických soustav</i>	148
2.8.4.	<i>Soustavy s konečným počtem vstupů</i>	152
2.9.	Význam matematické informatiky pro řešení úloh statistické dynamiky	153
3.	Náhodné jevy v lineárních dynamických soustavách	157
3.1.	Úlohy s náhodnými počátečními podmínkami	158
3.2.	Soustava se soustředěnými parametry a jedním stacionárním náhodným vstupem	161
3.2.1.	<i>Charakteristiky ustálené odezvy</i>	161
3.2.2.	<i>Analytické modely realizovatelných náhodných procesů</i>	165
3.2.3.	<i>Rozdělení pravděpodobnosti ustálené odezvy</i>	166

3.3.	Soustava se soustředěnými parametry a s konečným počtem stacionárních náhodných vstupů	167
3.3.1.	Základní vztahy pro ustálenou odezvu	167
3.3.2.	Metoda podmíněných veličin	168
3.4.	Nestacionární vstupy, soustavy s deterministicky proměnlivými parametry	173
3.4.1.	Nestacionární vstupy	174
3.4.2.	Soustavy s deterministicky proměnlivými parametry	176
3.5.	Soustavy s náhodně proměnlivými parametry	176
3.5.1.	Ekvivalentní soustava s konstantními parametry	177
3.5.2.	Metoda využívající podmíněné charakteristiky	178
3.6.	Lineární kontinuum	182
4.	Náhodné kmitání v nelineárních dynamických soustavách	185
4.1.	Statické (bezinerční) nelinearity	186
4.1.1.	Charakteristiky výstupu ze statické nelinearity	186
4.1.2.	Kombinace statické nelinearity a lineární dynamické pod-soustavy	192
4.2.	Linearizační metody	194
4.2.1.	Linearizace v okolí pracovního bodu (tangentová)	194
4.2.2.	Stochastická linearizace jednohmotové soustavy	196
4.2.3.	Harmonická a současná harmonická i stochastická linearizace	201
4.2.4.	Linearizace n-hmotové nelineární soustavy	203
4.2.5.	Stručné zhodnocení metody stochastické linearizace	203
4.3.	Soustavy s Markovovými procesy	204
4.3.1.	Rovnice Fokkerova–Planckova–Kolmogorovova (FPK)	204
4.3.2.	Analytické a numerické metody řešení rovnic FPK	205
4.3.2.1.	Transformace proměnných	205
4.3.2.2.	Fourierova metoda rozdělení proměnných	206
4.3.2.3.	Metoda integrálních transformací	207
4.3.2.4.	Asymptotické řešení	209
4.3.2.5.	Normální aproximace	209
4.3.2.6.	Numerické řešení metodou sítí	210
4.3.3.	Wienerův proces a stochastický integrál	211
4.3.4.	Stochastická diferenciální rovnice	214
4.3.5.	Vektorové Markovovy procesy a jejich projekce	220
4.3.6.	Dvojměrné procesy a jejich obálky	222
4.3.7.	Problematika numerického řešení stochastické diferenciální rovnice podle realizace	224
4.3.8.	Aproximace obecných náhodných procesů procesy Markovovými	226

4.4.	Některé další metody řešení nelineárních stochastických soustav	227
4.4.1.	<i>Funkcionální metoda Volterra a Wienera</i>	227
4.4.2.	<i>Kumulantní analýza a polyspektra</i>	229
4.5.	Dílčí závěr k analýze nelineárních soustav	231
5.	Odhadování charakteristik náhodných veličin ze souborů experimentálních dat	233
5.1.	Základní metody odhadování parametrů rozdělení	234
5.1.1.	<i>Odhady momentů</i>	234
5.1.2.	<i>Momentová metoda odhadu parametrů</i>	237
5.1.3.	<i>Metoda maximální věrohodnosti</i>	237
5.2.	Některé aplikačně motivované metodické přístupy	238
5.2.1.	<i>Transformace proměnných</i>	238
5.2.2.	<i>Pořádkové statistiky</i>	240
5.2.3.	<i>Grafické metody</i>	241
5.2.4.	<i>Odlehle hodnoty</i>	242
5.2.5.	<i>Rychlé odhady střední hodnoty a rozptylu</i>	242
5.2.6.	<i>Rychlé odhady koeficientů korelace a regrese</i>	244
5.3.	Odhadování typu a parametrů distribuční funkce	245
5.3.1.	<i>Stanovení empirické distribuční funkce</i>	246
5.3.2.	<i>Výběr typu distribuční funkce</i>	249
5.3.3.	<i>Odhad typu a parametrů rozdělení pomocí pravděpodobnostních papírů</i>	250
5.3.3.1.	<i>Posouzení dobré shody empirického a analytického rozdělení</i>	254
5.3.3.2.	<i>Odhad parametrů rozdělení</i>	258
5.3.3.3.	<i>Problematika extrapolace odhadu distribuční funkce</i>	263
5.3.4.	<i>Useknutá a cenzurovaná rozdělení</i>	263
5.3.5.	<i>Problematika vyhodnocování distribučních funkcí sdružených rozdělení</i>	265
5.4.	Regresní analýza	265
5.4.1.	<i>Typy regresních úloh</i>	266
5.4.2.	<i>Výběr typu regresní funkce</i>	268
5.4.3.	<i>Kritéria nejlepší přiléhavosti</i>	272
5.4.4.	<i>Lineární regresní analýza</i>	276
5.4.5.	<i>Numerické metody řešení soustav normálních rovnic</i>	281
5.4.6.	<i>Metody nelineární regresní analýzy</i>	285
5.4.7.	<i>Konfidenční pásy a extrapolace odhadu regresní funkce</i>	290
5.4.8.	<i>Neparametrické metody vyrovnávání</i>	293
5.5.	Analýza rozptylu a plánovitě experimenty	294

6.	Odhadování charakteristik a parametrů náhodných procesů a dynamických soustav	299
6.1.	Sběr dat, jejich předběžná úprava a podmínky pro odhadování charakteristik stacionárních náhodných procesů z jedné realizace konečné délky	301
	6.1.1. <i>Sběr dat, jejich redakce a předběžná úprava</i>	303
	6.1.2. <i>Stacionárnost a ergodičnost náhodného procesu</i>	306
	6.1.3. <i>Diskretizace spojitého záznamu a vzorkovací teorém</i>	308
	6.1.4. <i>Volba délky záznamu</i>	311
	6.1.5. <i>Ověřování stacionárnosti</i>	314
	6.1.6. <i>Odstraňování trendů</i>	317
	6.1.7. <i>Číslcová frekvenční filtrace</i>	319
	6.1.8. <i>Změna diskretizačního kroku</i>	324
6.2.	Odhadování kovariančních funkcí a výkonových spektrálních hustot stacionárních náhodných procesů z jednotlivých realizací	325
	6.2.1. <i>Metoda Blackmana–Tukeye</i>	326
	6.2.2. <i>Metody využívající rychlou Fourierovu transformaci a příbuzné algoritmy</i>	332
	6.2.2.1. <i>Diskrétní Fourierova transformace a její vlastnosti</i>	332
	6.2.2.2. <i>Algoritmy rychlé Fourierovy transformace</i>	332
	6.2.2.3. <i>Odhad kovarianční funkce</i>	338
	6.2.2.4. <i>Odhad výkonové spektrální hustoty</i>	341
	6.2.3. <i>Nelineární metody odhadu výkonové spektrální hustoty</i>	343
	6.2.4. <i>Postup používající pásmovou filtraci</i>	346
	6.2.5. <i>Logaritmická kovarianční funkce</i>	348
	6.2.6. <i>Ostatní metody a směry dalšího rozvoje</i>	349
	6.2.7. <i>Analytické modely kovariančních funkcí a výkonových spektrálních hustot</i>	350
	6.2.8. <i>Jiné integrální transformace náhodných procesů</i>	351
6.3.	Odhadování funkcí rozdělení a některých speciálních charakteristik náhodných procesů	353
	6.3.1. <i>Funkce rozdělení pravděpodobnosti</i>	353
	6.3.2. <i>Rozdělení extrémních hodnot a veličin z nich odvozených</i>	354
	6.3.3. <i>Odhad koeficientu strukturální složitosti a koeficientu korelace mezi maximy a minimy</i>	355
	6.3.4. <i>Stanovení obálky k dané realizaci</i>	355
6.4.	Odhadování parametrů dynamických soustav	356
	6.4.1. <i>Koherenční funkce</i>	357
	6.4.2. <i>Neparametrický odhad frekvenčního přenosu</i>	358
	6.4.3. <i>Parametrická identifikace lineárních dynamických soustav</i>	360
	6.4.4. <i>Parametrické modely náhodných procesů a jejich parametrická identifikace</i>	363
	6.4.5. <i>Identifikace nelineárních soustav</i>	366
6.5.	Problematika odhadování parametrů nestacionárních náhodných procesů	367

6.5.1.	Průměrování přes soubor realizací	368
6.5.2.	Lokální ergodičnost nestacionárních náhodných procesů	369
6.5.3.	Výkonová spektrální hustota nestacionárního náhodného procesu	371
6.5.4.	Neparametrické metody vyhodnocování jednotlivých realizací nestacionárních náhodných procesů	374
6.5.5.	Parametrická identifikace nestacionárních náhodných procesů z jednotlivých realizací	378
7.	Úvod do simulačních metod	380
8.	Souhrnná metodická doporučení	384
	Význam zkratk použitých v citacích	387
	Literatura	388
	Rejstřík	399