

# OBSAH

PŘEDMLUVA . . . . .	11
---------------------	----

## PRVNÍ ČÁST

1. ZÁKLADNÍ POJMY A DEFINICE . . . . .	13
1.1. Úvod . . . . .	13
1.2. Význam algebraické linearizace . . . . .	14
1.3. Definice matice. Základní pojmy . . . . .	16
1.4. Rovnost a nerovnost mezi maticemi . . . . .	23
1.5. Transponování matic . . . . .	25
1.6. Další druhy matic . . . . .	27
2. LINEÁRNÍ OPERACE S MATICEMI A LINEÁRNÍ PROSTOR . . . . .	33
2.1. Násobení matice číslem . . . . .	33
2.2. Sčítání matic . . . . .	35
2.3. Lineární prostor . . . . .	39
2.4. Izomorfismus lineárních prostorů . . . . .	49
2.5. Podprostor a jiné podmnožiny daného prostoru . . . . .	50
Podprostor . . . . .	50
Jiné podmnožiny . . . . .	52
2.6. Skalární součin vektorů . . . . .	52
2.7. Skalární součin matic . . . . .	56
2.8. Normy vektoru a matice . . . . .	58
2.9. Vnitřní součin vektorů a matic . . . . .	60
2.10. Ortogonální vektory . . . . .	61
2.11. Ortogonální báze a ortogonalizační proces . . . . .	63
2.12. Vzdálenost daného bodu od daného podprostoru . . . . .	65
3. NÁSOBENÍ MATIC . . . . .	68
3.1. Definice součinu matic . . . . .	68
3.2. Vlastnosti součinu matic . . . . .	71

3.3.	Součin a transponování matic . . . . .	79
3.4.	Kontrola numerických výpočtů . . . . .	81
3.5.	Souvislost s vnitřním součinem . . . . .	86
3.6.	Moeniny matic . . . . .	87
3.7.	Maticové polynomy . . . . .	89
4.	INVERZE MATIC . . . . .	92
4.1.	Existence inverzní matice . . . . .	92
4.2.	Adjungovaná matice . . . . .	99
4.3.	Určení a vlastnosti čtvercové inverzní matice . . . . .	102
4.4.	Určení a vlastnosti obdélníkových inverzních matic . . . . .	110
4.5.	Dělení matic . . . . .	115
4.6.	Matice ortonormální a unitární . . . . .	117
5.	HODNOST MATICE . . . . .	120
5.1.	Vlastnosti a význam hodnoty . . . . .	120
5.2.	Elementární úpravy matice . . . . .	122
5.3.	Určení hodnoty matice . . . . .	126
5.4.	Převedení matice na diagonální tvar . . . . .	129
5.5.	Hodnota součtu a součinu dvou matic . . . . .	134
5.6.	Ekvivalence matic . . . . .	139
5.7.	Hodnota součinu $^Taa$ . . . . .	140
5.8.	Nulový součin dvou matic . . . . .	141
6.	SOUSTAVY LINEÁRNÍCH ALGEBRAICKÝCH ROVNIC . . . . .	143
6.1.	Základní pojmy . . . . .	143
6.2.	Podmínky řešitelnosti a určenosti . . . . .	145
6.3.	Řešení homogenní soustavy . . . . .	147
6.4.	Řešení nehomogenní soustavy, $h = n$ . . . . .	152
6.5.	Řešení homogenní soustavy pro $h = n - 1$ . . . . .	155
6.6.	Řešení obecné nehomogenní soustavy . . . . .	156
6.7.	Poznámka k řešení nehomogenní soustavy . . . . .	160
7.	FORMY . . . . .	162
7.1.	Lineární formy . . . . .	162
7.2.	Bilineární formy . . . . .	164
7.3.	Kvadratické formy . . . . .	165
7.4.	Definitnost kvadratických forem . . . . .	167
8.	LINEÁRNÍ TRANSFORMACE . . . . .	169
8.1.	Definice lineární transformace . . . . .	169
8.2.	Lineární operátor . . . . .	170

8.3.	Transformace souřadnic při změně báze . . . . .	171
8.4.	Lineární transformace forem . . . . .	174
9.	CHARAKTERISTICKÉ VELIČINY MATICE . . . . .	177
9.1.	Základní pojmy . . . . .	177
9.2.	Struktura charakteristické rovnice . . . . .	181
9.3.	Některé věty o charakteristických číslech a charakteristických vektorech . . . . .	182
9.4.	Zvláštní případy . . . . .	188
10.	NĚKTERÉ NUMERICKÉ METODY . . . . .	190
10.1.	Úvodní poznámka . . . . .	190
10.2.	Podmíněnost a stabilita . . . . .	190
10.3.	Gaussova eliminační metoda . . . . .	196
	Přímý chod . . . . .	197
	Postup se zpětným chodem . . . . .	199
11.	ROZDĚLENÉ MATICE . . . . .	200
11.1.	Úvod . . . . .	200
11.2.	Výpočet čtvercové inverzní matice pomocí submatic . . . . .	200
11.3.	Dílčí řešení soustavy $n$ lineárních nehomogenních rovnic o $n$ neznámých . . . . .	202
11.4.	Řešení úloh s komplexními maticemi . . . . .	202
	První varianta . . . . .	203
	Druhá varianta . . . . .	203
	Třetí varianta . . . . .	203
11.5.	Částečná záměna proměnných . . . . .	206

## DRUHÁ ČÁST (APLIKACE)

12.	VYŠETŘOVÁNÍ EMPIRICKÝCH KŘIVEK TABELÁRNÍ METODOU . . . . .	209
12.1.	Úvod . . . . .	209
12.2.	Princip metody . . . . .	209
12.3.	Obecný příklad . . . . .	212
12.4.	Numerický příklad . . . . .	215
13.	UŽITÍ V ELEKTROTECHNICE. ŘEŠENÍ SOUSTAV LINEÁRNÍCH ELEKTRICKÝCH OBVODŮ . . . . .	219
13.1.	Základní označení . . . . .	219
13.2.	Topologické základy . . . . .	220

13.3.	Maticové vyjádření vztahů mezi uzly, větvemi a smyčkami . . . . .	228
	Souvislost smyček s větvemi . . . . .	228
	Souvislost větvi s uzly . . . . .	231
	Souvislost smyček s uzly . . . . .	233
13.4.	Řešení soustavy lineárních elektrických obvodů . . . . .	236
13.5.	Metoda smyčkových proudů . . . . .	242
13.6.	Metoda uzlových napětí . . . . .	245
13.7.	Jiné varianty metody smyčkových proudů a metody uzlových napětí . . . . .	247
13.8.	Historická poznámka . . . . .	249
13.9.	První příklad . . . . .	252
	Řešení metodou smyčkových proudů . . . . .	252
	Řešení metodou uzlových napětí . . . . .	255
13.10.	Druhý příklad . . . . .	257
13.11.	Třetí příklad . . . . .	262
13.12.	Dělení obdélníka na čtverce . . . . .	266
14.	UŽITÍ V ELEKTROTECHNICE. LINEÁRNÍ ČTYŘPÓLY . . . . .	274
14.1.	Základní pojmy . . . . .	274
14.2.	Zvláštní případy . . . . .	279
14.3.	Řazení čtyřpólů . . . . .	281
	Sériové řazení . . . . .	282
	Paralelní řazení . . . . .	283
	Kaskádní řazení . . . . .	283
	Sériově paralelní řazení . . . . .	284
	Paralelně sériové řazení . . . . .	285
14.4.	Některé jednoduché pasivní čtyřpóly . . . . .	286
14.5.	Vzájemná souvislost matic charakterizujících čtyřpól. Matice nejdůležitějších pasivních čtyřpólů . . . . .	290
15.	UŽITÍ V MECHANICE. VÝPOČET ROZLOŽENÍ VZTLAKU PO ROZPĚTÍ KŘÍDLA . . . . .	292
15.1.	Úvod . . . . .	292
15.2.	Přehled označení . . . . .	292
15.3.	Prandtlůva teorie nosné čáry . . . . .	293
15.4.	Multhoppova úprava . . . . .	296
15.5.	Obecný postup . . . . .	298
15.6.	Osové a středové souměrné rozložení . . . . .	301
	Osově souměrné rozložení . . . . .	302
	Středově souměrné rozložení . . . . .	305
16.	RŮZNÉ APLIKACE . . . . .	308
16.1.	Ještě k elektrotechnice a mechanice . . . . .	308
16.2.	Ukázka z kryptografie . . . . .	309

16.3.	Aplikace v ekonomice . . . . .	311
	Meziodvětvové vztahy . . . . .	312
	Komplexní spotřeba surovin . . . . .	312
	Lineární optimalizace . . . . .	314
16.4.	Některá další použití . . . . .	315

### TŘETÍ ČÁST (DODATKY)

17.	DETERMINANTY . . . . .	317
17.1.	Základní pojmy . . . . .	317
17.2.	Obecné vlastnosti determinantu . . . . .	324
17.3.	Násobení determinantů . . . . .	325
17.4.	Některé obecné věty . . . . .	327
	Laplaceova věta . . . . .	327
	Binetova-Cauchyova věta . . . . .	327
	Sylvestrova věta . . . . .	328
17.5.	Výpočet determinantu . . . . .	329
	Determinant řádu 2 . . . . .	329
	Determinant řádu 3 (Sarrusovo pravidlo) . . . . .	330
	Rozvedení podle prvků jedné řady . . . . .	330
	Rozvedení podle prvků jedné řady po předchozí vhodné úpravě . . . . .	331
	Užití Laplaceovy věty . . . . .	332
	Numerický výpočet determinantů vyšších řádů . . . . .	332
	Smršťování determinantu . . . . .	334
	Odhad hodnoty determinantu . . . . .	337
	Užití Schurových formulí . . . . .	338
17.6.	Některé speciální determinanty . . . . .	339
	Determinant souměrný, polosouměrný apod. . . . .	339
	Ortogonální a ortonormální determinant . . . . .	340
	Adjungovaný determinant . . . . .	341
	Vandermondeův determinant . . . . .	343
	Cyklický determinant . . . . .	343
	Jacobiův determinant a kontinuant . . . . .	344
	Vroubený determinant . . . . .	344
	Gramův determinant . . . . .	345
18.	POZNÁMKY Z VYŠŠÍ ALGEBRY . . . . .	346
18.1.	Úvod . . . . .	346
18.2.	$n$ -ární algebraická operace . . . . .	348
18.3.	Binární algebraické operace . . . . .	349
18.4.	Grupoid . . . . .	351

18.5. Pologrupa . . . . .	352
18.6. Grupa . . . . .	352
18.7. Zobrazení . . . . .	354
18.8. Homeomorfismus grup . . . . .	356
18.9. Izomorfismus grup . . . . .	357
18.10. Okruh . . . . .	358
18.11. Těleso . . . . .	362
18.12. Lineární modul . . . . .	363
18.13. Lineární prostor . . . . .	363
18.14. Algebra . . . . .	364
Slovníček z elementární teorie matic a množin . . . . .	366
LITERATURA . . . . .	370
REJSTŘÍK . . . . .	378