

# OBSAH

Předmluva . . . . .	11
Přehled nejdůležitějších značek . . . . .	13
<b>PRVNÍ ČÁST . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>1. Základní algebraické struktury . . . . .</b>	<b>15</b>
1.1. Úvod . . . . .	15
1.2. Kartézský součin, relacé, zobrazení . . . . .	18
1.3. Algebraická operace. Algebraické struktury . . . . .	23
1.4. Vlastnosti binárních algebraických operací na množině . . . . .	24
1.5. Struktury s jednou vnitřní operací . . . . .	29
1.5.1. Grupoid . . . . .	29
1.5.2. Pologrupa . . . . .	30
1.5.3. Grupa . . . . .	30
1.6. Struktury se dvěma vnitřními operacemi . . . . .	31
1.6.1. Polookruh . . . . .	31
1.6.2. Okruh . . . . .	32
1.6.3. Obor integrity . . . . .	34
1.6.4. Těleso . . . . .	35
1.7. Izomorfismus . . . . .	37
1.8. Homomorfismus . . . . .	38
1.9. Závěr . . . . .	39
<b>2. Matice. Základní pojmy a definice . . . . .</b>	<b>40</b>
2.1. Úvod . . . . .	40
2.2. Definice matice. Základní pojmy . . . . .	41
2.3. Rovnost a nerovnost mezi maticemi . . . . .	47
2.4. Transponování matic . . . . .	49
2.5. Další druhy matic . . . . .	51
<b>3. Násobení matice číslem. Sčítání matic . . . . .</b>	<b>56</b>
3.1. Násobení matice číslem . . . . .	56
3.2. Sčítání matic . . . . .	58
3.3. Aditivní grupy matic . . . . .	62
<b>4. Lineární prostor . . . . .</b>	<b>63</b>
4.1. Základní pojmy . . . . .	63
4.2. Lineární závislost . . . . .	65

4.3.	Báze a dimenze . . . . .	67
4.4.	Izomorfismus lineárních prostorů . . . . .	72
4.5.	Lineární podprostor a jiné podmnožiny . . . . .	74
4.5.1.	Lineární podprostor . . . . .	74
4.5.2.	Jiné podmnožiny . . . . .	75
4.6.	Lineární prostor se skalárním součinem. Izomorfismus . . . . .	75
4.7.	Vyjádření skalárního součinu souřadnicemi . . . . .	77
4.8.	Skalární součin dvou matic . . . . .	78
4.9.	Některé metrické vlastnosti vektorů . . . . .	79
4.10.	Normy vektoru a matice . . . . .	81
4.11.	Vnitřní součin vektorů a matic . . . . .	84
4.12.	Ortogonální vektory . . . . .	84
4.13.	Ortogonální báze a ortogonalizační proces . . . . .	86
4.14.	Vzdálenost daného vektoru od daného podprostoru . . . . .	88
5.	Násobení matic . . . . .	91
5.1.	Definice součinu matic . . . . .	91
5.2.	Vlastnosti součinu matic . . . . .	94
5.3.	Součin a transponování matic . . . . .	101
5.4.	Kontrola numerických výpočtů . . . . .	103
5.5.	Souvislost s vnitřním součinem . . . . .	107
5.6.	Mocniny matic . . . . .	108
5.7.	Maticové polynomy . . . . .	110
6.	Inverze matic . . . . .	113
6.1.	Existence inverzní matice . . . . .	113
6.2.	Adjungovaná matice . . . . .	119
6.3.	Určení a vlastnosti čtvercové inverzní matice . . . . .	122
6.4.	Určení a vlastnosti obdélníkových inverzních matic . . . . .	129
6.5.	Dělení matic . . . . .	134
6.6.	Matice ortonormální a unitární . . . . .	135
7.	Hodnota matice . . . . .	138
7.1.	Vlastnosti a význam hodnoty . . . . .	138
7.2.	Elementární úpravy matice . . . . .	140
7.3.	Určení hodnoty matice . . . . .	143
7.4.	Převedení matice na diagonální tvar . . . . .	146
7.5.	Hodnota součtu a součinu dvou matic . . . . .	151
7.6.	Ekvivalence matic . . . . .	155
7.7.	Hodnota součinu $^T a a$ . . . . .	156
7.8.	Nulový součin dvou matic . . . . .	157
8.	Soustavy lineárních algebraických rovnic . . . . .	158
8.1.	Základní pojmy . . . . .	158
8.2.	Podmínky řešitelnosti a určenosti . . . . .	159
8.3.	Řešení homogenní soustavy . . . . .	162
8.4.	Řešení nehomogenní soustavy pro $h = n$ . . . . .	166
8.5.	Řešení homogenní soustavy pro $h = n - 1$ . . . . .	169
8.6.	Řešení obecné nehomogenní soustavy . . . . .	170
8.7.	Poznámka k řešení nehomogenní soustavy . . . . .	173

9. Formy . . . . .	175
9.1. Lineární formy . . . . .	175
9.2. Bilineární formy . . . . .	176
9.3. Kvadratické formy . . . . .	178
9.4. Definitnost kvadratických forem . . . . .	179
10. Lineární transformace . . . . .	182
10.1. Definice lineární transformace . . . . .	182
10.2. Lineární zobrazení. . . . .	183
10.3. Transformace souřadnic při změně báze . . . . .	184
10.4. Lineární transformace forem . . . . .	186
10.5. Ortonormální a unitární transformace . . . . .	187
11. Charakteristické veličiny matice . . . . .	188
11.1. Základní pojmy . . . . .	188
11.2. Struktura charakteristické rovnice . . . . .	192
11.3. Některé věty o charakteristických číslech a charakteristických vektorech . . . . .	193
11.4. Zvláštní případy . . . . .	198
12. Některé numerické metody . . . . .	200
12.1. Úvodní poznámka . . . . .	200
12.2. Podmíněnost a stabilita . . . . .	200
12.3. Gaussova eliminační metoda . . . . .	205
12.3.1. Přímý chod . . . . .	207
12.3.2. Postup se zpětným chodem . . . . .	207
13. Rozdělené matice . . . . .	209
13.1. Úvod . . . . .	209
13.2. Výpočet čtvercové inverzní matice pomocí submatic . . . . .	209
13.3. Dílčí řešení soustavy $n$ lineárních algebraických nehomogenních rovnic o $n$ neznámých . . . . .	210
13.4. Řešení úloh s komplexními maticemi . . . . .	211
13.4.1. První varianta . . . . .	211
13.4.2. Druhá varianta . . . . .	214
13.4.3. Třetí varianta . . . . .	214
13.5. Částečná záměna proměnných . . . . .	215
 DRUHÁ ČÁST (APLIKACE). . . . .	 216
14. Vyšetřování empirických funkcí tabelární metodou . . . . .	216
14.1. Úvod . . . . .	216
14.2. Princip metody . . . . .	216
14.3. Obecný příklad . . . . .	219
14.4. Numerický příklad . . . . .	221
15. Užití v elektrotechnice. Řešení soustav lineárních elektrických obvodů . . . . .	225
15.1. Základní označení . . . . .	225
15.2. Topologické základy . . . . .	226

15.3.	Maticové vyjádření vztahů mezi uzly, větvemi a smyčkami . . . . .	232
15.3.1.	Souvislost smyček s větvemi . . . . .	233
15.3.2.	Souvislost větví s uzly . . . . .	235
15.3.3.	Souvislost smyček s uzly . . . . .	237
15.4.	Řešení soustavy lineárních elektrických obvodů . . . . .	240
15.5.	Metoda smyčkových proudů . . . . .	244
15.6.	Metoda uzlových napětí . . . . .	248
15.7.	Jiné varianty metody smyčkových proudů a metody uzlových napětí . . . . .	249
15.7.1.	Metoda smyčkových proudů . . . . .	249
15.7.2.	Metoda uzlových napětí . . . . .	250
15.8.	Historická poznámka . . . . .	251
15.9.	První příklad . . . . .	253
15.9.1.	Řešení metodou smyčkových proudů . . . . .	253
15.9.2.	Řešení metodou uzlových napětí . . . . .	256
15.10.	Druhý příklad . . . . .	258
15.11.	Třetí příklad . . . . .	261
15.12.	Dělení obdélníku na čtverce . . . . .	265
16.	Užití v elektrotechnice. Lineární čtyřpóly . . . . .	273
16.1.	Základní pojmy . . . . .	273
16.2.	Zvláštní případy . . . . .	277
16.3.	Řazení čtyřpólů . . . . .	279
16.3.1.	Sériové řazení . . . . .	279
16.3.2.	Paralelní řazení . . . . .	280
16.3.3.	Kaskádní řazení . . . . .	281
16.3.4.	Sériově paralelní řazení . . . . .	282
16.3.5.	Paralelně sériové řazení . . . . .	282
16.4.	Některé jednoduché pasívní čtyřpóly . . . . .	283
16.5.	Vzájemná souvislost matic charakterizujících čtyřpól. Matice nejdůležitějších pasívních čtyřpólů . . . . .	287
17.	Užití v mechanice. Výpočet rozložení vztlaku po rozpětí křídla . . . . .	288
17.1.	Úvod . . . . .	288
17.2.	Přehled označení . . . . .	288
17.3.	Prandtlova teorie nosné čáry . . . . .	289
17.4.	Multhoppova úprava . . . . .	291
17.5.	Obecný postup . . . . .	293
17.6.	Osově a středově souměrné rozložení . . . . .	296
17.6.1.	Osově souměrné rozložení . . . . .	297
17.6.2.	Středově souměrné rozložení . . . . .	299
18.	Různé aplikace . . . . .	302
18.1.	Ještě k elektrotechnice a mechanice . . . . .	302
18.2.	Ukázka z kryptografie . . . . .	302
18.3.	Aplikace v ekonomice . . . . .	305
18.3.1.	Meziodvětvové vztahy . . . . .	305
18.3.2.	Komplexní spotřeba surovin . . . . .	305
18.3.3.	Lineární optimalizace . . . . .	307
18.4.	Některá další použití . . . . .	397

TŘETÍ ČÁST (DODATKY)	309
19. Determinanty	309
19.1. Základní pojmy	309
19.2. Obecné vlastnosti determinantu	315
19.3. Násobení determinantů	316
19.4. Některé obecné věty	317
19.4.1. Laplaceova věta	317
19.4.2. Binetova-Cauchyova věta	317
19.4.3. Sylvestrova věta	318
19.5. Výpočet determinantu	319
19.5.1. Determinant řádu 2	319
19.5.2. Determinant řádu 3 (Sarrusovo pravidlo)	320
19.5.3. Rozvedení determinantu podle prvků jedné řady	320
19.5.4. Rozvedení podle prvků jedné řady po předchozí vhodné úpravě	321
19.5.5. Užití Laplaceovy věty	321
19.5.6. Numerický výpočet determinantů vyšších řádů	322
19.5.7. Smršťování determinantu	322
19.5.8. Odhad hodnoty determinantu	326
19.5.9. Užití Schurových formulí	327
19.6. Některé speciální determinanty	328
19.6.1. Determinant souměrný, polosouměrný, skoro polosouměrný, popř. hermitovsky souměrný, polosouměrný, skoro polosouměrný	328
19.6.2. Ortogonální a ortonormální determinant	328
19.6.3. Adjungovaný determinant	329
19.6.4. Vandermondův determinant	331
19.6.5. Cyklický determinant	331
19.6.6. Jacobiův determinant a kontinuant	331
19.6.7. Vroubený determinant	332
19.6.8. Gramův determinant	332
19.6.9. Hurwitzovy determinanty	333
20. Základy analýzy matic	335
20.1. Maticová funkce	335
20.2. Základní pojmy z diferenciálního a integrálního počtu	337
20.3. Některé věty o derivování matic	342
Slovníček z elementární teorie matic a množin	346
Literatura	349
Rejstřík	355