

# OBSAH DRUHÉHO DÍLU

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| Předmluva k druhému dílu .....  | xxi   |
| Přehled značek a označení ..... | xxiii |

## 17 OBYČEJNÉ DIFERENCIÁLNÍ ROVNICE

Napsal KAREL REKTORYS

|                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Úvodní poznámka .....                                                                                                                                                                                                                                | 1  |
| 17.1 Rozdělení diferenciálních rovnic. Obyčejné a parciální diferenciální rovnice. Řád diferenciální rovnice. Soustavy diferenciálních rovnic ...                                                                                                    | 2  |
| 17.2 Základní pojmy. Řešení (integrál) diferenciální rovnice. Věty o existenci a jednoznačnosti řešení. Obecný integrál, partikulární integrál, singulární integrál .....                                                                            | 2  |
| 17.3 Jednoduché metody integrace rovnic prvního řádu. Separace proměnných. Homogenní rovnice. Lineární rovnice. Bernoulliova rovnice. Ricattiova rovnice .....                                                                                       | 11 |
| 17.4 Exaktní rovnice. Integrační faktor. Singulární body .....                                                                                                                                                                                       | 21 |
| 17.5 Rovnice prvního řádu nerozřešené vzhledem k derivaci. Lagrangeova rovnice. Clairautova rovnice. Singulární řešení .....                                                                                                                         | 25 |
| 17.6 Ortogonální a izogonální trajektorie .....                                                                                                                                                                                                      | 33 |
| 17.7 Diferenciální rovnice $n$ -tého řádu. Jednoduché typy rovnic $n$ -tého řádu. Metoda parametru .....                                                                                                                                             | 34 |
| 17.8 První integrál diferenciální rovnice druhého řádu. Snížení řádu diferenciální rovnice. Rovnice, jejichž levá strana je exaktní derivace ..                                                                                                      | 38 |
| 17.9 Závislost řešení na parametrech diferenciální rovnice a na počátečních podmínkách .....                                                                                                                                                         | 41 |
| 17.10 Asymptotické chování integrálů diferenciálních rovnic (pro $x \rightarrow +\infty$ ). Oscilující řešení. Periodická řešení .....                                                                                                               | 42 |
| 17.11 Lineární rovnice $n$ -tého řádu .....                                                                                                                                                                                                          | 47 |
| 17.12 Nehomogenní lineární rovnice. Variace konstant (parametrů) .....                                                                                                                                                                               | 51 |
| 17.13 Homogenní lineární rovnice s konstantními koeficienty. Eulerova rovnice ..                                                                                                                                                                     | 53 |
| 17.14 Nehomogenní lineární rovnice s konstantními koeficienty a speciální pravou stranou .....                                                                                                                                                       | 57 |
| 17.15 Lineární rovnice druhého řádu s nekonstantními koeficienty. Převedení na samoadjungovaný tvar, na normální tvar. Invariant. Rovnice s regulární singularitou (rovnice Fuchsova typu). Některé speciální rovnice (Besselova rovnice atd.) ..... | 61 |

|       |                                                                                                                             |     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 17.16 | Nespojitá řešení lineárních rovnic .....                                                                                    | 69  |
| 17.17 | Úlohy s okrajovými podmínkami. Problém vlastních čísel. Rozvoj podle vlastních funkcí. Greenova funkce .....                | 72  |
| 17.18 | Soustavy obyčejných diferenciálních rovnic .....                                                                            | 91  |
| 17.19 | Závislost řešení soustav diferenciálních rovnic na počátečních podmínkách a na parametrech soustavy. Stabilita řešení ..... | 102 |
| 17.20 | První integrály soustavy diferenciálních rovnic .....                                                                       | 106 |
| 17.21 | Tabulka řešených diferenciálních rovnic .....                                                                               | 110 |
|       | (a) Rovnice prvního řádu .....                                                                                              | 111 |
|       | (b) Lineární rovnice druhého řádu .....                                                                                     | 122 |
|       | (c) Lineární rovnice vyšších řádů. Nelineární rovnice. Soustavy .....                                                       | 131 |

## 18 PARCIÁLNÍ DIFERENCIÁLNÍ ROVNICE

Napsal KAREL REKTORYS

|      |                                                                                                                                                                                                                                    |     |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|      | Orientační poznámka .....                                                                                                                                                                                                          | 137 |
| 18.1 | Všeobecně o parciálních diferenciálních rovnicích. Základní pojmy. Otázka obecného řešení. Cauchyův problém, problémy s okrajovými podmínkami, smíšené problémy. Věta Cauchyho-Kovalewské, charakteristiky. Korektnost .....       | 138 |
| 18.2 | Parciální rovnice prvního řádu. Homogenní a nehomogenní lineární rovnice. Nelineární rovnice. Úplný, obecný, singulární integrál. Řešení Cauchyova problému .....                                                                  | 145 |
| 18.3 | Lineární rovnice druhého řádu. Klasifikace .....                                                                                                                                                                                   | 160 |
| 18.4 | Eliptické rovnice. Laplaceova rovnice, Poissonova rovnice. Dirichletův a Neumannův problém. Vlastnosti harmonických funkcí. Fundamentální řešení. Greenova funkce. Potenciál jednoduché vrstvy a dvojvrstvy ..                     | 162 |
| 18.5 | Hyperbolické rovnice. Vlnová rovnice, Cauchyův problém, smíšený problém. Zobecněná řešení hyperbolických rovnic .....                                                                                                              | 178 |
| 18.6 | Parabolické rovnice. Rovnice pro vedení tepla. Cauchyův problém. Smíšené problémy .....                                                                                                                                            | 184 |
| 18.7 | Stručně o některých dalších problémech teorie parciálních diferenciálních rovnic. Soustavy rovnic. Pfaffova rovnice. Rovnice vyšších řádů, biharmonická rovnice. Skalární a vektorový potenciál. Navierovy-Stokesovy rovnice ..... | 188 |
| 18.8 | Eliptické problémy libovolného řádu. Zobecněná řešení. Problém vlastních čísel .....                                                                                                                                               | 190 |
| 18.9 | Slabá řešení problémů s okrajovými podmínkami. Nelineární problémy .....                                                                                                                                                           | 193 |

|       |                                                                                                                                                                        |     |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 18.10 | Aplikace variačních metod k řešení parciálních diferenciálních rovnic, obsahujících čas. Metoda časové diskretizace (Rotheho metoda, horizontální metoda přímek) ..... | 201 |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## 19 INTEGRÁLNÍ ROVNICE

Napsal KAREL REKTORYS

|      |                                                                                                   |     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 19.1 | Fredholmovy integrální rovnice. Fredholmovy věty. Řešitelnost. Soustavy integrálních rovnic ..... | 206 |
| 19.2 | Rovnice s degenerovaným jádrem .....                                                              | 214 |
| 19.3 | Rovnice se symetrickým jádrem .....                                                               | 217 |
| 19.4 | Rezolventa .....                                                                                  | 219 |
| 19.5 | Rovnice se slabou singularitou. Singulární rovnice .....                                          | 223 |
| 19.6 | Volterrovovy rovnice .....                                                                        | 225 |
| 19.7 | Integrální rovnice prvního druhu .....                                                            | 227 |

## 20 FUNKCE JEDNÉ A VÍCE KOMPLEXNÍCH PROMĚNNÝCH

### A. FUNKCE JEDNÉ KOMPLEXNÍ PROMĚNNÉ

Napsal KAREL REKTORYS

|      |                                                                                                                                  |     |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 20.1 | Základní pojmy. Spojitost, limita, derivace. Cauchyovy-Riemannovy podmínky. Použití teorie funkcí jedné komplexní proměnné ..... | 228 |
| 20.2 | Integrál z funkce komplexní proměnné. Cauchyova integrální věta, Cauchyův integrální vzorec .....                                | 233 |
| 20.3 | Integrály Cauchyova typu. Plemeljovy vzorce .....                                                                                | 238 |
| 20.4 | Řady. Taylorova řada, Laurentova řada. Singulární body holomorfních funkcí .....                                                 | 242 |
| 20.5 | Reziduum. Reziduová věta a její použití .....                                                                                    | 251 |
| 20.6 | Logaritmus, mocnina. Analytické prodloužení. Analytické funkce ....                                                              | 254 |

### B. FUNKCE VÍCE KOMPLEXNÍCH PROMĚNNÝCH

Napsal JAROSLAV FUKA

|      |                                                                                              |     |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 20.7 | Důležité oblasti v $\mathbb{C}^n$ .....                                                      | 260 |
| 20.8 | Funkce více komplexních proměnných. Derivace, komplexní diferenciál. Holomorfní funkce ..... | 263 |
| 20.9 | Cauchyovy-Riemannovy rovnice. Pluriharmonické funkce .....                                   | 265 |

|       |                                                                                                                                                                      |     |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 20.10 | Lokální vlastnosti holomorfních funkcí. Cauchyův integrální vzorec. Taylorův rozvoj .....                                                                            | 265 |
| 20.11 | Rozdíly mezi teorií holomorfních funkcí jedné a více komplexních proměnných. Analytické prodloužení. Oblast holomorfnosti. Holomorfní a biholomorfní zobrazení ..... | 267 |

## 21 KONFORMNÍ ZOBRAZENÍ

Napsal JAROSLAV FUKA

|      |                                                       |     |
|------|-------------------------------------------------------|-----|
| 21.1 | Pojem konformního zobrazení .....                     | 270 |
| 21.2 | Existence a jednoznačnost konformního zobrazení ..... | 274 |
| 21.3 | Metody realizace konformního zobrazení .....          | 277 |
| 21.4 | Hraniční vlastnosti konformního zobrazení .....       | 284 |
| 21.5 | Variační metody .....                                 | 284 |
| 21.6 | Metoda integrálních rovnic .....                      | 288 |
| 21.7 | Zobrazování „blízkých oblastí“ .....                  | 289 |
| 21.8 | Zobrazení horní poloroviny na mnohoúhelník .....      | 290 |
| 21.9 | Malý slovník konformního zobrazení .....              | 291 |

## 22 NĚKTERÉ ZÁKLADNÍ POJMY A VÝSLEDKY Z TEORIE MNOŽIN A Z FUNKCIONÁLNÍ ANALÝZY

Napsal KAREL REKTORYS

|      |                                                                                                                                                                                                   |     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 22.1 | Otevřené a uzavřené množiny bodů v $E_n$ . Oblasti .....                                                                                                                                          | 298 |
| 22.2 | Metrické prostory .....                                                                                                                                                                           | 301 |
| 22.3 | Úplné, separabilní a kompaktní prostory .....                                                                                                                                                     | 306 |
| 22.4 | Lineární prostor. Normovaný prostor. Banachův a Hilbertův prostor. Ortogonální systémy. Sobolevův prostor, věty o vnoření. Zobecněné derivace, distribuce. ....                                   | 308 |
| 22.5 | Operátory (zejména lineární) v metrických prostorech. Banachova věta o kontraktivním zobrazení. Funkcionály. Adjungované operátory, adjungovaný (duální) prostor. Totálně spojitě operátory ..... | 322 |
| 22.6 | Operátory v Hilbertově prostoru. Operátorové rovnice s totálně spojitými, samoadjungovanými a pozitivními operátory .....                                                                         | 330 |
|      | (a) Omezené (ohraničené) operátory. Rieszova věta .....                                                                                                                                           | 330 |
|      | (b) Neomezené (neohraničené) operátory .....                                                                                                                                                      | 335 |
| 22.7 | Abstraktní funkce. Bochnerův integrál .....                                                                                                                                                       | 342 |
| 22.8 | Gâteauxův diferenciál a příbuzné pojmy .....                                                                                                                                                      | 344 |

## 23 VARIÁČNÍ POČET

Napsal FRANTIŠEK NOŽIČKA

### A. PROBLÉMY I. KATEGORIE

(ELEMENTÁRNÍ ÚLOHY VARIÁČNÍHO POČTU)

|      |                                                                                                          |     |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 23.1 | Křivky $r$ -té třídy, vzdálenost $r$ -tého řádu dvou křivek, $\epsilon$ -ové okolí $r$ -tého řádu křivky | 351 |
| 23.2 | Extrémy funkcionalů typu $\int_a^b F(x, y, y') dx$                                                       | 353 |
| 23.3 | Variace funkce a variace funkcionalu $I$                                                                 | 354 |
| 23.4 | Nutná podmínka pro extrém funkcionalu $I$                                                                | 357 |
| 23.5 | Speciální případy Eulerovy rovnice. Úloha o brachystochroně                                              | 358 |

### B. PROBLÉMY II. KATEGORIE (EXTRÉMY FUNKCIONALŮ

$$\text{TYPU } \int_a^b F(x, y_1, \dots, y_n, y'_1, \dots, y'_n) dx)$$

|      |                                           |     |
|------|-------------------------------------------|-----|
| 23.6 | Některé pojmy a definice                  | 361 |
| 23.7 | Formulace variačního problému             | 361 |
| 23.8 | Nutné podmínky pro extrém funkcionalu $I$ | 362 |

### C. PROBLÉMY III. KATEGORIE (EXTRÉMY FUNKCIONALŮ

$$\text{TYPU } \int_a^b F(x, y, y', \dots, y^{(n)}) dx)$$

|       |                                                                  |     |
|-------|------------------------------------------------------------------|-----|
| 23.9  | Formulace problému                                               | 364 |
| 23.10 | Nutná podmínka pro extrém funkcionalu (23.9.1)                   | 365 |
| 23.11 | Zobecnění na případ libovolného konečného počtu hledaných funkcí | 366 |

### D. PROBLÉMY IV. KATEGORIE (FUNKCIONALY

ZÁVISLÉ NA FUNKCI  $n$  PROMĚNNÝCH)

|       |                                                           |     |
|-------|-----------------------------------------------------------|-----|
| 23.12 | Některé pojmy a definice                                  | 367 |
| 23.13 | Formulace variačního problému a nutné podmínky pro extrém | 369 |

### E. PROBLÉMY V. KATEGORIE (VARIÁČNÍ ÚLOHY

S „POHYBLIVÝMI KONCI PŘÍPUSTNÝCH KŘIVEK“)

|       |                                          |     |
|-------|------------------------------------------|-----|
| 23.14 | Formulace úlohy v nejjednodušším případě | 370 |
| 23.15 | Nutné podmínky pro extrém                | 371 |

### F. PROBLÉMY VI. KATEGORIE (IZOPERIMETRICKÝ PROBLÉM

V NEJJEDNODUŠŠÍM PŘÍPADĚ)

|       |                           |     |
|-------|---------------------------|-----|
| 23.16 | Formulace úlohy           | 373 |
| 23.17 | Nutná podmínka pro extrém | 374 |

**G. PROBLÉMY VII. KATEGORIE  
(PARAMETRICKÉ VARIČNÍ PROBLÉMY)**

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| 23.18 Formulace úlohy .....                           | 377 |
| 23.19 Nutné podmínky pro extrém funkcionálu $I$ ..... | 378 |

**H. PROBLÉMY VIII. KATEGORIE (VARIČNÍ PROBLÉMY  
S VEDLEJŠÍMI PODMÍNKAMI)**

|                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| 23.20 Formulace variačního problému a nutné podmínky pro extrém ..... | 379 |
| 23.21 Variační problémy se zobecněnými vedlejšími podmínkami .....    | 380 |
| 23.22 Kanonický tvar Eulerových rovnic, Hamiltonovy rovnice .....     | 380 |

**24 VARIČNÍ METODY NUMERICKÉHO ŘEŠENÍ ÚLOH  
S OKRAJOVÝMI PODMÍNKAMI PRO DIFERENCIÁLNÍ  
ROVNICE. METODA KONEČNÝCH PRVKŮ.  
METODA HRANIČNÍCH PRVKŮ**

Napsal MILAN PRÁGER

|                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| 24.1 Úvod. Teoretický základ. Tabulka problémů s okrajovými podmínkami  | 382 |
| 24.2 Základní přibližné metody .....                                    | 394 |
| (a) Ritzova metoda .....                                                | 394 |
| (b) Galerkinova metoda .....                                            | 399 |
| 24.3 Metoda konečných prvků .....                                       | 400 |
| (a) Rozklady a konečné prvky .....                                      | 400 |
| α) Jednodimenzionální konečné prvky .....                               | 402 |
| β) Dvojdimenzionální konečné prvky .....                                | 404 |
| A) Trojúhelníkové prvky .....                                           | 404 |
| B) Obdélníkové prvky .....                                              | 409 |
| C) Izoparametrické prvky .....                                          | 409 |
| γ) Třidimenzionální konečné prvky .....                                 | 413 |
| A) Lineární čtyřstěnný prvek .....                                      | 413 |
| B) Trilineární šestistěnný prvek .....                                  | 413 |
| C) Prizmatický pětistěnný prvek .....                                   | 413 |
| (b) Prostory konečných prvků .....                                      | 414 |
| (c) Konvergence metody konečných prvků .....                            | 417 |
| 24.4 Výpočetní aspekty metody konečných prvků .....                     | 420 |
| 24.5 Výpočet vlastních čísel a vlastních funkcí metodou konečných prvků | 426 |
| 24.6 Variační metody numerického řešení parabolických rovnic .....      | 432 |
| 24.7 Metoda hraničních prvků .....                                      | 438 |

## 25 PŘÍBLIŽNÉ ŘEŠENÍ OBYČEJNÝCH DIFERENCIÁLNÍCH ROVNIC

Napsal EMIL VITÁSEK

|      |            |     |
|------|------------|-----|
| 25.1 | Úvod ..... | 446 |
|------|------------|-----|

### A. ÚLOHY S POČÁTEČNÍMI PODMÍNKAMI

|      |                                                                                                    |     |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 25.2 | Eulerova metoda. Problematika odhadu chyby, metoda polovičního kroku .....                         | 450 |
| 25.3 | Obecná jednokroková metoda .....                                                                   | 456 |
|      | (a) Metoda Taylorova rozvoje .....                                                                 | 458 |
|      | (b) Rungovy-Kuttovy metody. Klasické metody, Heunova metoda, Fehlbergova metoda .....              | 459 |
| 25.4 | Lineární $k$ -kroková metoda .....                                                                 | 462 |
|      | (a) Metody numerické integrace. Adamsova-Bashforthova metoda. Adamsova-Moultonova metoda .....     | 468 |
|      | (b) Metody numerického derivování. Metoda zpětných diferencí .....                                 | 470 |
| 25.5 | Užití Rungových-Kuttových metod a lineárních $k$ -krokových metod. Metody prediktor-korektor ..... | 471 |
| 25.6 | Extrapolací metody. Richardsonova extrapolace, Graggova metoda ..                                  | 477 |

### B. OKRAJOVÉ ÚLOHY

#### (ÚLOHY S OKRAJOVÝMI PODMÍNKAMI)

|       |                                                                  |     |
|-------|------------------------------------------------------------------|-----|
| 25.7  | Metoda střelby .....                                             | 480 |
| 25.8  | Metoda přesunu a normalizovaného přesunu okrajové podmínky ..... | 484 |
| 25.9  | Metoda sítí .....                                                | 489 |
| 25.10 | Problém vlastních čísel .....                                    | 491 |

## 26 ŘEŠENÍ PARCIÁLNÍCH DIFERENCIÁLNÍCH ROVNIC ŘADAMI (FOURIEROVA METODA)

Napsal KAREL REKTORYS

|      |                                                                      |     |
|------|----------------------------------------------------------------------|-----|
| 26.1 | Rovnice pro kmitání struny .....                                     | 497 |
| 26.2 | Rovnice pro potenciál, resp. pro stacionární vedení tepla .....      | 501 |
| 26.3 | Vedení tepla v pravoúhlých oborech .....                             | 503 |
| 26.4 | Teplota v nekonečném rotačním válci; použití Besselových funkcí .... | 504 |
| 26.5 | Průhyb pravoúhlé prostě uložené desky .....                          | 505 |

## 27 ŘEŠENÍ PARCIÁLNÍCH DIFERENCIÁLNÍCH ROVNIC METODOU SÍTÍ

Napsal EMIL VITÁSEK

|      |                                                                             |     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 27.1 | Základní myšlenka metody sítí .....                                         | 507 |
| 27.2 | Hlavní typy sítí .....                                                      | 510 |
| 27.3 | Zhušťování, resp. zředování sítě .....                                      | 511 |
| 27.4 | Diferenční vzorce pro nejčastěji se vyskytující operátory .....             | 513 |
| 27.5 | Zavádění okrajových podmínek .....                                          | 514 |
| 27.6 | Problém odhadu chyby .....                                                  | 517 |
| 27.7 | Příklady. Laplaceova rovnice. Rovnice pro vedení tepla. Rovnice desky ..... | 518 |
| 27.8 | Obecné schéma metody sítí .....                                             | 522 |

## 28 INTEGRÁLNÍ TRANSFORMACE (OPERÁTOROVÝ POČET)

Napsal JINDŘICH NEČAS

|      |                                                                                                |     |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 28.1 | Jednorozměrné nekonečné transformace (Laplaceova, Fourierova, Mellinova, Hankelova) .....      | 527 |
| 28.2 | Příklady na použití Laplaceovy a Fourierovy transformace k řešení diferenciálních rovnic ..... | 530 |
| 28.3 | Některé základní výsledky .....                                                                | 534 |
| 28.4 | Dvojměrné a víceměrné transformace .....                                                       | 541 |
| 28.5 | Jednorozměrné konečné transformace .....                                                       | 544 |

## 29 PŘÍBLIŽNÉ ŘEŠENÍ FREDHOLMOVÝCH INTEGRÁLNÍCH ROVNIC

Napsal KAREL REKTORYS

|      |                                                                                                                  |     |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 29.1 | Postupné aproximace .....                                                                                        | 545 |
| 29.2 | Řešení integrálních rovnic použitím kvadraturních vzorců .....                                                   | 546 |
| 29.3 | Nahrazení jádra degenerovaným jádrem .....                                                                       | 548 |
| 29.4 | Galerkinova metoda (metoda momentů) a Ritzova metoda .....                                                       | 549 |
| 29.5 | Použití Ritzovy metody k přibližnému určení prvního charakteristického čísla rovnice se symetrickým jádrem ..... | 550 |

## 30 NUMERICKÉ METODY LINEÁRNÍ ALGEBRY

Napsali JITKA SEGETHOVÁ A KAREL SEGETH

### A. ŘEŠENÍ SOUSTAV LINEÁRNÍCH ALGEBRAICKÝCH ROVNIC

|      |                                                                                                                                        |     |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 30.1 | Gaussova eliminace a LU faktorizace .....                                                                                              | 553 |
| 30.2 | Výpočet determinantu a inverzní matice .....                                                                                           | 558 |
| 30.3 | Zaokrouhlovací chyby. Iterační zpřesňování řešení .....                                                                                | 560 |
| 30.4 | Singulární rozklad. Řešení soustav se singulárními a obdélníkovými maticemi .....                                                      | 563 |
| 30.5 | Řídké soustavy. Cyklická redukce .....                                                                                                 | 568 |
| 30.6 | Iterační metody. Prostá iterace, Jacobiova metoda, Gaussova-Seidelova metoda, superrelaxační metoda. Metoda sdružených gradientů ..... | 572 |
| 30.7 | Předpokmíněné iterační metody. Neúplná faktorizace .....                                                                               | 578 |
| 30.8 | Algebraická metoda více sítí (multigrdní metoda) .....                                                                                 | 581 |
| 30.9 | Volba metody. Základní programové vybavení .....                                                                                       | 582 |

### B. VÝPOČET VLASTNÍCH ČÍSEL A VLASTNÍCH VEKTORŮ MATICE

|       |                                                                                                                         |     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 30.10 | Odhady vlastních čísel .....                                                                                            | 585 |
| 30.11 | Mocnnná metoda .....                                                                                                    | 586 |
| 30.12 | Jacobiova metoda .....                                                                                                  | 588 |
| 30.13 | Metody LR a QR .....                                                                                                    | 591 |
| 30.14 | Redukce matic na jednodušší tvar. Givensova metoda, Householderova metoda, Lanczosova metoda, Wilkinsonova metoda ..... | 595 |
| 30.15 | Metoda inverzních iterací .....                                                                                         | 600 |
| 30.16 | Zobecněná úloha na vlastní čísla a vlastní vektory .....                                                                | 601 |
| 30.17 | Volba metody. Základní programové vybavení .....                                                                        | 601 |

## 31 NUMERICKÉ ŘEŠENÍ ALGEBRAICKÝCH A TRANSCENDENTNÍCH ROVNIC

Napsal MIROSLAV FIEDLER

|      |                                                                     |     |
|------|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 31.1 | Základní vlastnosti algebraických rovnic .....                      | 603 |
| 31.2 | Odhady polohy kořenů algebraických rovnic .....                     | 604 |
| 31.3 | Souvislost kořenů s vlastními čísly matic .....                     | 606 |
| 31.4 | Některé metody řešení algebraických a transcendentních rovnic ..... | 607 |
|      | (a) Bernoulliova-Whittakerova metoda .....                          | 607 |
|      | (b) Gräffova metoda a její modifikace .....                         | 608 |

|                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| (c) Newtonova metoda .....                                | 612 |
| (d) Metoda regula falsi .....                             | 613 |
| (e) Bairstowova metoda .....                              | 613 |
| (f) Obecná iterační metoda .....                          | 616 |
| 31.5 Numerické řešení soustav (nelineárních) rovnic ..... | 616 |

## 32 APROXIMACE, INTERPOLACE, SPLAJNY

Napsal EMIL VITÁSEK

|                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 32.1 Nejlepší aproximace v lineárním normovaném prostoru .....                                       | 620 |
| 32.2 Nejlepší aproximace v Hilbertově prostoru .....                                                 | 622 |
| 32.3 Nejlepší aproximace spojitých funkcí polynomy .....                                             | 624 |
| 32.4 Jacksonovy věty .....                                                                           | 625 |
| 32.5 Remezův algoritmus .....                                                                        | 627 |
| (a) Čebyševovy rozvoje .....                                                                         | 628 |
| (b) Ekonomizovaná mocnná řada .....                                                                  | 629 |
| 32.6 Polynomiální interpolace. Lagrangeův interpolační vzorec. Hermitův<br>interpolační vzorec ..... | 629 |
| 32.7 Obyčejné difference. Interpolační vzorec pro ekvidistantní argumenty                            | 632 |
| 32.8 Trigonometrická interpolace .....                                                               | 637 |
| 32.9 Interpolace pomocí splajnů .....                                                                | 638 |
| (a) Interpolace Lagrangeova typu .....                                                               | 638 |
| (b) Interpolace Hermitova typu .....                                                                 | 640 |

## 33 TEORIE PRAVDĚPODOBNOSTI

Napsal TOMÁŠ CIPRA

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| 33.1 Náhodný jev a pravděpodobnost .....                 | 641 |
| 33.2 Podmíněná pravděpodobnost a nezávislost jevů .....  | 644 |
| 33.3 Náhodné veličiny a rozdělení pravděpodobnosti ..... | 647 |
| 33.4 Základní charakteristiky náhodných veličin .....    | 650 |
| 33.5 Náhodné vektory .....                               | 655 |
| 33.6 Důležitá diskrétní rozdělení .....                  | 661 |
| 33.7 Důležitá spojitá rozdělení .....                    | 664 |
| 33.8 Důležitá mnohorozměrná rozdělení .....              | 674 |
| 33.9 Transformace náhodných veličin .....                | 676 |
| 33.10 Některé nerovnosti .....                           | 678 |
| 33.11 Limitní věty teorie pravděpodobnosti .....         | 679 |

|       |                              |     |
|-------|------------------------------|-----|
| 33.12 | Zákon velkých čísel .....    | 680 |
| 33.13 | Centrální limitní věty ..... | 681 |

### 34 MATEMATICKÁ STATISTIKA

Napsal TOMÁŠ CIPRA

|       |                                                        |     |
|-------|--------------------------------------------------------|-----|
| 34.1  | Základní pojmy .....                                   | 683 |
| 34.2  | Výběrové charakteristiky .....                         | 684 |
| 34.3  | Náhodný výběr z normálního rozdělení .....             | 686 |
| 34.4  | Uspořádaný náhodný výběr .....                         | 687 |
| 34.5  | Elementární statistické zpracování .....               | 688 |
| 34.6  | Teorie odhadu .....                                    | 693 |
| 34.7  | Bodové odhady .....                                    | 699 |
| 34.8  | Intervalové odhady .....                               | 705 |
| 34.9  | Testování hypotéz .....                                | 707 |
| 34.10 | Testy hypotéz o parametrech normálního rozdělení ..... | 710 |
| 34.11 | Neparametrické testy .....                             | 713 |
| 34.12 | Testy dobré shody .....                                | 720 |
| 34.13 | Kontingenční tabulky .....                             | 723 |

### 35 VYBRANÉ METODY MATEMATICKÉ STATISTIKY

Napsal TOMÁŠ CIPRA

#### A. REGRESNÍ ANALÝZA. PROKLÁDÁNÍ KŘIVEK EMPIRICKÝMI HODNOTAMI. ZÁKLADY VYROVNÁVACÍHO POČTU

|      |                                                              |     |
|------|--------------------------------------------------------------|-----|
| 35.1 | Regrese ve statistice .....                                  | 726 |
| 35.2 | Model lineární regrese .....                                 | 728 |
| 35.3 | Normální model lineární regrese .....                        | 732 |
| 35.4 | Lineární regrese .....                                       | 735 |
| 35.5 | Polynomická regrese .....                                    | 735 |
| 35.6 | Lineární omezení pro parametry modelu lineární regrese ..... | 737 |
| 35.7 | Zobecněný model lineární regrese .....                       | 738 |
| 35.8 | Nelineární regrese .....                                     | 742 |

#### B. ANALÝZA ROZPTYLU

|       |                                |     |
|-------|--------------------------------|-----|
| 35.9  | Princip analýzy rozptylu ..... | 744 |
| 35.10 | Jednoduché třídění .....       | 745 |
| 35.11 | Dvojné třídění .....           | 748 |

## C. MNOHOROZMĚRNÁ STATISTICKÁ ANALÝZA

|       |                             |     |
|-------|-----------------------------|-----|
| 35.12 | Hlavní komponenty .....     | 752 |
| 35.13 | Diskriminační analýza ..... | 755 |

## D. TEORIE SPOLEHLIVOSTI

|       |                                              |     |
|-------|----------------------------------------------|-----|
| 35.14 | Základní pojmy teorie spolehlivosti .....    | 756 |
| 35.15 | Odhady spolehlivostních charakteristik ..... | 759 |

## E. STATISTICKÉ METODY KONTROLY JAKOSTI

|       |                                   |     |
|-------|-----------------------------------|-----|
| 35.16 | Přejímací postupy .....           | 762 |
| 35.17 | Sekvenční přejímací postupy ..... | 765 |

## 36 NÁHODNÉ PROCESY

Napsal TOMÁŠ CIPRA

|      |                                     |     |
|------|-------------------------------------|-----|
| 36.1 | Klasifikace náhodných procesů ..... | 767 |
|------|-------------------------------------|-----|

## A. MARKOVOVY PROCESY

|      |                                    |     |
|------|------------------------------------|-----|
| 36.2 | Pojem Markovových procesů .....    | 769 |
| 36.3 | Příklady Markovových procesů ..... | 771 |
| 36.4 | Markovovy řetězce .....            | 774 |

## B. TEORIE HROMADNÉ OBSLUHY

|      |                                         |     |
|------|-----------------------------------------|-----|
| 36.5 | Systémy hromadné obsluhy .....          | 775 |
| 36.6 | Příklady systémů hromadné obsluhy ..... | 777 |

## C. STACIONÁRNÍ PROCESY

|      |                                                   |     |
|------|---------------------------------------------------|-----|
| 36.7 | Korelační vlastnosti stacionárních procesů .....  | 780 |
| 36.8 | Spektrální vlastnosti stacionárních procesů ..... | 784 |

## 37 LINEÁRNÍ PROGRAMOVÁNÍ

Napsal FRANTIŠEK NOŽIČKA

|      |                                                        |     |
|------|--------------------------------------------------------|-----|
|      | Úvodní poznámka .....                                  | 790 |
| 37.1 | Formulace obecné úlohy lineárního programování .....   | 791 |
| 37.2 | Lineární optimalizační úloha v normálním tvaru .....   | 793 |
| 37.3 | Lineární optimalizační úloha v rovnicovém tvaru .....  | 795 |
| 37.4 | Příklady z praxe na lineární optimalizační úlohy ..... | 796 |
|      | (a) Klasický dopravní problém .....                    | 796 |
|      | (b) Směšovací problém .....                            | 797 |

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| (c) Plánování produkce .....                                                      | 798 |
| 37.5 Rozklad konvexního polyedru na jeho vnitřek a stěny .....                    | 800 |
| 37.6 Množina optimálních bodů lineární optimalizační úlohy .....                  | 802 |
| 37.7 Pojem přípustného bázeického bodu .....                                      | 803 |
| 37.8 Výměna bázeických proměnných. Kritérium optimality. Příklad degenerace ..... | 806 |
| 37.9 Simplexová metoda. Příklad .....                                             | 815 |
| 37.10 Určení přípustného bázeického bodu .....                                    | 824 |
| 37.11 Princip duality .....                                                       | 826 |
| <b>Literatura</b> .....                                                           | 829 |
| <b>Rejstřík</b> .....                                                             | 849 |