Aplikace matematiky

Recense. Numerical solution of ordinary and partial differential equations

Aplikace matematiky, Vol. 8 (1963), No. 4, 314–319,(320b)

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/102864

RECENSE

NUMERICAL SOLUTION OF ORDINARY AND PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS. (Numerické řešení obyčejných a parciálních diferenciálních rovnic.) Summer School — Oxford — 1961, edited by L. Fox, Pergamon Press, Oxford — London — New York — Paris 1962, str. 589.

Kniha vznikla na základě přednášek přednesených v letní škole o numerických metodách pro řešení diferenciálních rovnic pořádané oxfordskou výpočetní laboratoří v létě r. 1961. Na jejích 36 kapitolách se podílejí následující autoři: *L. Fox* (ředitel zmíněné laboratoře), *D. F. Mayers. R. A. Buckingham, M. J. D. Powell, J. E. Walsh, A. E. Glennie, N. E. Hoskins, B. W. Pearson, D. S. Butler, A. R. Curtis, L. H. Underhill, L. M. Russell, J. B. Parker, I. C. Pyle, H. Motz* a *E. Knighting.*

Obsah knihy je rozdělen do čtyř částí. První část, která obsahuje kap. 1—10. je věnována obyčejným diferenciálním rovnicím a autoři si v ní všímají zejména diferenčních metod a metod typu Runge-Kutta pro řešení počátečních problémů. Dále se zde zabývají metodami pro řešení okrajových úloh, metodami řešení problémů o vlastních číslech a některými analytickými metodami (řešením diferenciálních rovnic pomocí Čebyševových polynomů).

V kap. 11—16, které tvoří druhou část knihy, je studována problematika numerického řešení integrálních rovnic. Jde zde zejména o rovnice Fredholmova typu prvního a druhého druhu, o rovnice Volterrova typu a dále o některé speciální singulární integrální rovnice a integro-diferenciální rovnice.

Kap. 17—24 tvoří třetí část knihy a jsou věnovány numerickým metodám pro řešení parciálních diferenciálních rovnic. Autoři si zde stručně všímají metody charakteristik a metody sítí pro řešení hyperbolických rovnic a metody sítí pro řešení parabolických a eliptických rovnic. Kromě toho věnují v neposlední řadě pozornost numerickému řešení speciálních soustav lineárních algebraických rovnic, které vzniknou aplikací metody sítí na řešení diferenciálních rovnic eliptického typu.

Obsah čtvrté, poslední části (kap. 25—36) má poněkud odlišný charakter od předešlých tří částí. Jsou zde aplikovány a dále rozvinuty některé z metod popsaných dříve na řešení různých praktických problémů v parciálních diferenciálních rovnicích. Jde o problémy týkající se jaderných reaktorů, fyziky plasmy, nestacionárního proudění, předpovědi počasí apod.

Kniha je určena, jak uvádějí v předmluvě sami autoři, především pracovníkům, kteří se zabývají řešením konkrétních úloh z diferenciálních rovnic a kteří potřebují vědět, jaké metody existují, za jakých okolností může být některá lepší než druhá a jakým směrem možno tyto metody dále rozvíjet pro řešení nových problémů. Tím je dán také způsob výkladu, ve kterém kladou autoři více důraz na různé aspekty numerického počítání než na otázky teoretického rázu. Studují tedy zejména otázky numerické stability uváděných metod (v nejrůznějším toho slova smyslu), tj. otázky související s faktickou realisací výpočtu na samočinném počítači a rovněž si všímají otázek vhodnosti té které metody k programování. Na druhé straně např. některé dlouhé konvergenční důkazy opomíjejí s poukazem na příslušnou literaturu.

Podle mého názoru se touto knihou dostává každému pracovníku zabývajícímu se řešením praktických problémů z diferenciálních rovnic do rukou velmi cenná pomůcka umožňující orientaci v nesmírném množství současných metod numerického řešení diferenciálních rovnic. Kniha nejen značně zdařile sumuje dosavadní znalosti v uvedeném oboru, ale je také psána značně přístupnou formou, takže ji lze každému pracovníku zabývajícímu se touto problematikou vřele doporučit.

Emil Vitásek

S. L. Bělousov: TABLES OF NORMALIZED ASSOCIATED LEGENDRE POLYNOMIALS. (Tabulky asociovaných Legendrových polynomů.) Pergamon Press, Oxford — London — New York — Paris 1962, str. 379, cena £ 7. Překlad z ruštiny: С. Л. Белоусов: Таблицы нормированных присоединенных полиномов Лежандра. Do angličtiny přeložil D. E. Brown, M. A.

Tabulky vycházejí jako 18. svazek knižnice „Matematické tabulky" v nakladatelství Pergamon Press.

V řadě problémů geofyziky jako např. v otázce meteorologických charakteristik atmosféry, otázkách magnetického pole Země, s problémech šíření radiovln atp. je třeba rozvíjet funkce definované na povrchu koule v řady s ortogonálními prvky. Ortogonální úplný systém funkcí na povrchu jednotkové koule je tvořen sférickými funkcemi

$$Y_n^m(\vartheta, \lambda) = P_n^m(\cos\vartheta)\cos m\lambda\,, \quad Y_n'^m(\vartheta, \lambda) = P_n^m(\cos\vartheta)\sin m\lambda\,,$$

kde ϑ a λ jsou kulové souřadnice ($0 \leqq \vartheta \leqq \pi$, $0 \leqq \lambda \leqq 2\pi$), P_n^m je asociovaný Legendrův polynom s indexy m, n; $m = 0, 1, \ldots$; $n = m, m + 1, \ldots$. Asociované Legendreovy polynomy jsou ohraničeným řešením ($-1 \leqq x \leqq 1$) diferenciální rovnice

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x}\left[(x^2 - 1)\frac{\mathrm{d}P_n^m(x)}{\mathrm{d}x}\right] - \left[n(n + 1) - \frac{m^2}{1 - x^2}\right]P_n^m(x) = 0\,, \quad x = \cos\vartheta\,.$$

Jest

$$P_n^m(\cos\vartheta) = (\sin\vartheta)^m\frac{\mathrm{d}^m P_n(\cos\vartheta)}{\mathrm{d}(\cos\vartheta)^m}$$

a $P_n(\cos\vartheta)$ je obvyklý Legendrův polynom $[P_n(x) = 1/2^n n\,.\,\mathrm{d}^n/\mathrm{d}x^n\,.\,(x^2 - 1)^n,\ x = \cos\vartheta]$. Tabelovány jsou hodnoty normovaných polynomů

$$\bar{P}_n^m(\cos\vartheta) = \sqrt{\left(\frac{2n + 1}{2}\,\frac{(n - m)!}{(n + m)!}\right)}\,P_n^m(\cos\vartheta)\,.$$

Přitom platí $\int_{-1}^{+1}(\bar{P}_n^m(x))^2\,\mathrm{d}x = 1$. Šestimístné tabulky funkcí $P_n^m(\cos\vartheta)$, $0 \leqq \vartheta \leqq 90°$ (2,5°) jsou uspořádány podle rostoucího indexu m ($m = 1, 2, \ldots, 36$). Pro každou hodnotu m index n roste od $n = m$ do $n = 56$.

Knížka je velmi pěkně vypravena a nebyly zjištěny žádné tiskové chyby v tabulkách. Jedině v překladu úvodní části přešly z ruského originálu do anglického vydání některé tiskové chyby, které však čtenář snadno nahlédne. Např. ve vzorci (7) na str. 5 má být $P_n(x)$ místo $P_n^m(x)$.

Ivo Babuška

O. S. Berlyand, R. I. Gavrilova, A. P. Prudnikov: TABLES OF INTEGRAL ERROR FUNCTIONS AND HERMITE POLYNOMIALS. (Tabulky integrální funkce chyb a Hermitových polynomů.) Pergamon Press, Oxford — London — New York — Paris 1962, str. 163, cena £ 5. Překlad z ruštiny: О. С. Берлянд, Р. И. Гаврилова, А. П. Прудников: Таблицы интегральных функций ошибок и полиномов Эрмита, Минск 1961. Do angličtiny přeložil Prasenjit Basu.

Tabulky vycházejí jako 19. svazek knižnice Matematické tabulky v nakladatelství Pergamon Press.

Tabulované funkce souvisí s řešením obyčejné diferenciální rovnice

$$y'' \pm 2xy' \pm 2ny = 0 .$$

Tato rovnice hraje důležitou roli v souvislosti s řešením některých problémů vedení tepla, difuse hydrodynamiky a s některými problémy kvantové mechaniky.

Tabulky mají dvě části. V prvé z nich jsou uvedeny tabulky funkcí $I_n \operatorname{erfc} x$. Přitom jest $I_n \operatorname{erfc} x = A_n i_n \operatorname{erfc} x$, $n \geqq 0$, kde funkce $i_n \operatorname{erfc} x$ je definována rekurentním vztahem

$$i_n \operatorname{erfc} x = \int_x^\infty i_{n-1} \operatorname{erfc} \xi \, d\xi , \quad n \geqq 1 , \quad i_0 \operatorname{erfc} x = \operatorname{erfc} x = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^\infty e^{-\xi^2} \, d\xi .$$

Konstanta A_n je určena z podmínky, aby $I_n \operatorname{erfc} 0 = 1$. Na začátku prvé části jsou uvedeny hodnoty A_n, $n = 0, 1, \ldots, 30$ na devět cifer. Funkce $I_0 \operatorname{erfc} x$ je uvedena na 6 cifer pro $0 \leqq \leqq x \leqq 3{,}5\,(0{,}01)$. Pro $0 \leqq x \leqq 1{,}5\,(0{,}01)$, $1 \leqq n \leqq 25\,(1)$ jsou hodnoty funkce $I_n \operatorname{erfc} x$ uvedeny na 6 cifer.

Pro $1{,}51 \leqq x \leqq 2{,}00\,(0{,}01)$, $1 \leqq n \leqq 15\,(1)$ jsou hodnoty funkce $I_n \operatorname{erfc} x$ uvedeny na 5 cifer.

Pro $2{,}01 \leqq x \leqq 2{,}00\,(0{,}01)$, $1 \leqq n \leqq 10\,(1)$ jsou hodnoty funkce $I_n \operatorname{erfc} x$ uvedeny na 4 cifry.

Pro $2{,}51 \leqq x \leqq 3{,}00\,(0{,}01)$, $1 \leqq n \leqq 5\,(1)$ jsou hodnoty funkce $I_n \operatorname{erfc} x$ uvedeny na 4 cifry.

Pro $3{,}01 \leqq x \leqq 3{,}50\,(0{,}01)$, $1 \leqq n \leqq 3\,(1)$ jsou hodnoty funkce $I_n \operatorname{erfc} x$ uvedeny na 4 cifry.

V druhé části tabulky jsou tabelovány funkce $H_n^*(x)$. Přitom jest $H_{2n}^*(x) = [H_{2n}(x)]/B_{2n}$, $H_{2n-1}^*(x) = [H_{2n-1}(x)]/B_{2n}$ a konstanta B_{2n} je určena z podmínky, aby $H_n^*(0) = 1$. $H_n(x)$ jsou Hermiteovy polynomy ($H_n(x) = (-1)^n e^{x^2} d^n/dx^n (e^{-x^2})$).

Na začátku druhé části tabulek jsou uvedeny hodnoty B_{2n}, $n = 0, \ldots, 15$ na 9 cifer. V další části jsou pak na 6 cifer tabelovány hodnoty H_0^*, $n = 1, 2, \ldots, 30$, ($H_n^*(x) = 1$) pro $0 < x \leqq 10$.

Kniha je velmi pěkně vypravena a nebyly zjištěny žádné tiskové chyby. Jediné, co lze snad vytknout, je příliš přesný překlad ruského textu, který v popisu rozsahu tabulek (odst. 2) pro funkci $I_1 \operatorname{erfc} x$ není zcela ve shodě s vlastní tabulkovou částí.

Ivo Babuška

H. E. Salzer, N. Levine: TABLES OF SINES AND COSINES TO TEN DECIMAL PLACES AT THOUSANDTHS OF A DEGREE. (Desetimístné tabulky sinů a cosinů pro tisícinné dělení stupňů.) Pergamon Press, New York — Oxford — London — Paris 1962, str. 914, cena $ 10.

Tabulky obsahují desetimístné hodnoty sinů a cosinů pro argument od 0 do 45° při tisícinném dělení stupně. Volba dělení argumentu a rozsahu tabelovaných hodnot je provedena tak, aby pro určení desetimístných hodnot sinů a cosinů se vystačilo s lineární interpolací. Dosavadní tabulky při patnáctimístném rozsahu mají dělení argumentu po 0,01°, takže vyžadují pro výpočet na deset míst již kvadratickou interpolaci. Tabulky s dělením argumentu na 0,001° jsou sedmimístné.

Tabulky jsou na velmi dobrém papíře, fotografickou cestou tištěny v Polsku.

Jsem přesvědčen, že v praxi budou velmi uvítány.

Ivo Babuška

S. Vajda: THEORIE DER SPIELE UND LINEARPROGRAMMIERUNG. (Teorie her a lineární programování.) Walter de Gruyter & Co., Berlin 1962. Stran 129, cena DM 16,—.

Tato knížka je překlad z anglického originálu The Theory of Games and Linear Programming, London — New York 1956. Obsahuje elementární a dobře napsaný úvod do problematiky obsažené v názvu.

Nejprve uveďme stručný obsah knížky. V první úvodní kapitole je podán přístupnou formou na příkladech přehled problematiky teorie her s definicemi některých důležitých pojmů. Druhá kapitola má název Grafické znázornění, ale pojednává o geometrické interpretaci (tento název by také lépe odpovídal obsahu) některých pojmů z teorie her. Ve třetí kapitole se algebraicky formuluje a dokazuje hlavní věta teorie her, věta o minimaxu. Čtvrtá kapitola jedná o lineárním programování. Zde je také formulován dopravní problém a je podán přehled literatury o tomto oboru. Pátá kapitola pak obsahuje geometrickou interpretaci lineárního programování, šestá je věnována popisu simplexové metody. V sedmé kapitole jsou doplněny předchozí úvahy o případy, kdy nastávají další komplikace. Osmá kapitola je věnována důležitému pojmu duality v problémech lineárního programování, v deváté je užito lineárního programování k řešení úloh teorie her. Desátá kapitola obsahuje druhou část geometrické interpretace metod lineárního programování a konečně závěrečná jedenáctá kapitola pojednává o Bealově metodě vedoucích proměnných.

Knížka předpokládá jen základní znalosti z elementární algebry a lineární analytické geometrie. Je psána přístupnou formou, v textu je řada příkladů, které usnadňují její čtení. O tom, že ji lze považovat za dobrou úvodní četbu k teorii her a lineárnímu programování, svědčí i to, že její překlad byl pojat do ruského překladu sborníku Lineární nerovnosti (Линейные неравенства и смежные вопросы, Изд. иностр. лит., Москва 1959) jako úvodní kapitola.

Miroslav Fiedler

Werner Burau: ALGEBRAISCHE KURVEN UND FLÄCHEN. II. ALGEBRAISCHE FLÄCHEN 3. GRADES UND RAUMKURVEN 3. UND 4. GRADES. (Algebraické křivky a plochy. II. Algebraické plochy 3. stupně a prostorové křivky 3. a 4. stupně.) Vydalo nakladatelství Walter de Gruyter & Co. ve sbírce Sammlung Göschen, sv. 436/436a, Berlín 1962. Stran 162, obr. 17, cena 5,80 DM.

Druhý díl knížky vyšlé ve známé sbírce Göschen (recense prvního dílu je uveřejněna v Apl. mat. 7(1962), str. 327) obsahuje vybrané části z klasické algebraické geometrie trojrozměrného projektivního prostoru. Výběr je proveden tak, že se látka nepřekrývá s látkou v podstatě probíranou v analytické geometrii (kvadriky), a přitom se zde čtenář naučí pracovat klasickými algebraicko-geometrickými prostředky ve vícerozměrném projektivním prostoru.

Knížka má jen dvě kapitoly, rozdělené v řadu paragrafů. První kapitola je věnována výkladu o algebraických plochách třetího stupně. Jsou zde v obvyklém pořadí popsány základní vlastnosti těchto ploch včetně jejich klasifikace. Hodně místa je věnováno konfiguraci 27 přímek obecné kubické plochy, což je ostatně jeden z nejzajímavějších útvarů projektivního trojrozměrného prostoru. Autor si zde všímá i reality těchto přímek u reálné kubické plochy.

V druhé kapitole je nejprve vyložen pojem prostorové algebraické křivky pomocí pojmů z teorie ideálů (autor se zde odvolává na Hasseovu knížku o moderní algebře ze stejné sbírky). Jsou uvedeny základní vlastnosti těchto křivek, pojmy větve, singulárního bodu aj. Potom autor postupně probírá prostorové křivky třetího stupně a křivky čtvrtého stupně prvního a druhého druhu. Závěrem se pak stručně vrací k obecným prostorovým algebraickým křivkám a všímá si duálních útvarů a jejich souvislosti s útvary bodovými.

Celkově lze říci, že se čtenář na 159 stránkách seznámí s klasickou problematikou prostorových algebraických křivek a ploch a s vlastnostmi těchto křivek a ploch nejmenších stupňů. Obdobně jako u prvního dílu je k porozumění třeba jen základních znalostí z analytické geometrie a algebry. Knížka je pěkně a srozumitelně napsána a jistě dobře zapadá do celé sbírky.

Miroslav Fiedler

Kurt Gödel: ON FORMALLY UNDECIDABLE PROPOSITIONS OF PRINCIPIA MATHEMATICA AND RELATED SYSTEMS. (O formálně nerozhodnutelných větách z Principia Mathematica a příbuzných systémů.) Vydalo nakladatelství Oliver & Boyd, Edinburgh and London 1962. Stran 72, cena 12 s.

Jde o knižní vydání překladu do angličtiny slavné práce K. Gödela „Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I", která byla uveřejněna původně v časopise Monatshefte für Mathematik und Physik, sv. 38 (1931), 173—198. Vlastnímu překladu předchází rozsáhlý úvod (celá polovina knížky) od R. B. Braithwaite.

V úvodu je Gödelova práce zařazena do historického kontextu rozvoje metamatematiky, je podrobněji popsán formální systém, v němž Gödel své výsledky doskazuje a jsou samostatně objasněny obě hlavní metody, jichž Gödel užívá, totiž aritmetizace (dnes se hovoří o gödelizaci či Gödelovské numeraci) a rekursivnost (dnešní primitivní rekursivnost). Hlavní část úvodu je věnována formulaci zeslabené Gödelovy věty o existenci nerozhodnutelných formulí v jeho systému a jejímu důkazu, podanému metamatematicky. Dále je v úvodu pojednáno o bezespornosti formálních systémů a o ω-bezespornosti, kterou předpokládá Gödel, a zase je metamatematicky dokázána zeslabená Gödelova věta o nedokazatelnosti bezespornosti bezesporného systému v něm samém.

Hlavní myšlenky důkazů první z výše uvedených slavných Gödelových vět jsou uvedeny na začátku jeho vlastní práce. Každá formule z PM (tj. Principia Mathematica) je konečnou posloupností základních symbolů (proměnných, logických konstant a závorek) a o každé posloupnosti základních symbolů se dá rozhodnout, zda je či není formulí. Avšak také každý důkaz není nic jiného než konečná posloupnost formulí. Z hlediska metamatematického je přirozeně lhostejné, jaké symboly byly zvoleny za základní a Gödel si za základní symboly volí přirozená čísla. Pak formule je posloupností přirozených čísel a důkaz je posloupností posloupností přirozených čísel.

Tím se metamatematické pojmy „formule", „důkaz" a „dokazatelná formule" týkají aritmetiky přirozených čísel a proto se dají definovat v PM. Např. lze udat takovou formuli $F(v)$ v PM, kde proměnná v má typ posloupnosti přirozených čísel, že $F(v)$ říká — když její symboly nazpět interpretujeme —, že v je dokazatelnou formulí. Nerozhodnutelnou formulí A z PM se rozumí taková, že ani A není dokazatelná ani non-A není dokazatelná. Takovou formuli dostaneme následujícím způsobem.

Formule z PM obsahující jedinou volnou proměnnou typu přirozeného čísla nazývá Gödel třídovým znakem a předpokládá, že třídové znaky jsou nějakým způsobem uspořádány, takže n-tý třídový znak vzhledem k tomuto uspořádání lze označit např. jako $R(n)$. Při tom zase lze jak pojem třídového znaku i pořádající relace T definovat v PM. Je-li α třídovým znakem, pak nechť $[\alpha; n]$ označuje tu formuli, která vznikne z třídového znaku α, když na místo její jediné volné proměnné dosadíme n. Pak také třímístná relace $x = [\alpha; n]$ se dá definovat v PM. Nechť konečně K je třída všech těch přirozených čísel n, pro něž platí $\overline{\text{Bew}}\,[R(n); n]$, kde Bew x znamená, že x je dokazatelná formule a pruhem se označuje negace. Z předešlého již plyne, že K je také definovatelná v PM, což však znamená, že existuje mezi výše zavedenými třídovými znaky takový, např. β, že formule $[\beta; n]$ znamená, že $n \in K$. Pak ovšem $\beta = R(q)$ pro jisté přirozené číslo q a formule $[R(q); q]$ je hledanou nerozhodnutelnou formulí v PM, když ovšem předpokládáme bezespornost PM.

Kdyby totiž formule $[R(q); q]$ byla dokazatelná v PM, tj. platila by v PM, znamenalo by to, že $q \in K$. Avšak podle definice třídy K by platilo $\overline{\text{Bew}}\,[R(q); q]$, tj. že formule $[R(q); q]$ není dokazatelná, což je spor s naším předpokladem. Kdyby konečně naopak byla dokazatelná formule $\overline{[R(q); q]}$, platilo by $\overline{q \in K}$, tj. také Bew $[R(q); q]$, což ale znamená, že formule $[R(q); q]$ je dokazatelná, a tedy zase dostáváme spor. Tedy skutečně je formule $[R(q); q]$ nerozhodnutelná.

Sám Gödel při této příležitosti upozorňuje na analogie tohoto důkazu s Richardovou antinomií i s antnomií „lháře", neboť nerozhodnutelná formule $[R(q); q]$ říká, že $q \in K$, tj. že $[R(q); q]$ není dokazatelná. Jde o formuli, která tvrdí svoji vlastní nedokazatelnost.

Karel Čulík

Jiří Dvořák, Alois Švec: TECHNICKÉ KŘIVKY. Vydalo Státní nakladatelství technické literatury, Praha 1962, 229 stran, 181 obr., cena Kčs 8,—.

Knížka vyšla jako 26. svazek II. řady (příruček) Polytechnické knižnice. Lze ji rozdělit zhruba na tři části.

Prvá část obsahující prvé tři kapitoly je věnována výkladu matematických základů potřebných ke studiu knížky. Jsou zde vyloženy základy analytické geometrie a jejich aplikace ke studiu nejdůležitějších vlastností kuželoseček. Potom následuje výklad pojmu funkce. Jsou zavedeny funkce goniometrické, cyklometrické, exponenciální a logaritmická. Dále jsou probrány základy diferenciálního a integrálního počtu se zřetelem na jeho použití při vyšetřování diferenciálně geometrických vlastností křivek. Na to navazuje studium vlastností některých významných křivek, přičemž je vždy pokud možno zdůrazněna ta vlastnost křivky, která je v praxi důležitá. Výklad prvé, matematické části, je veden stručně a přehledně. Je však pravděpodobné, že výklad základů diferenciálního a integrálního počtu bude až příliš stručný např. pro absolventy dvanáctiletek, kde se tyto pojmy vůbec neprobírají.

Druhá část knížky je věnována grafickým metodám, tj. grafickému znázorňování matematických nebo empirických závislostí, grafickému derivování a integrování.

V závěrečné třetí, nejobsažnější části, jsou probrány základy kinematické geometrie těles a některé nejdůležitější věty kinematické geometrie (obálková věta, věta Euler-Savaryho a Bobillierova). Jsou zde podrobně probrány základní pohyby těles, a to pohyb pelitický, pohyby konchoidální a cykloidální. Knížka končí řadou aplikací kinematické geometrie. Jsou to např. přímovody a jejich konstrukce a některé další jednoduché mechanismy. Je zde také pojednáno i o jednom z nejdůležitějších použití kinematické geometrie — o navrhování mechanismů pro vytváření daných křivek a o základech geometrie ozubených kol.

Na konci knížky je připojen seznam některých nejdůležitějších primitivních funkcí.

Lze říci, že knížka je psána velmi přístupně a přehledně. Výklad je oživen řadou řešených příkladů. K ujasnění probrané látky přispívají i cvičení pro samostatnou práci čtenáře. Kniha obsahuje jen málo tiskových chyb, které neuvádím, neboť nejsou na závadu srozumitelnosti textu. Může se tedy stát vítanou pomůckou pro konstruktéry, absolventy průmyslových i dvanáctiletých škol i pro ostatní středně technické kádry.

Miroslav Šisler