



MAPLE TIZIMINING MATHCAD VA MATLAB BILAN SOLISHTIRGANDA SIMVOLLI HISOBLASHDAGI AFZALLIKLARI

Sharofutdinov Iqboljon Usmonjon o'g'li

Farg'ona davlat universiteti

Katta o'qituvchisi p.f.f.d (PhD)

[*iqbol0766@gmail.com*](mailto:iqbol0766@gmail.com)

Rahmiddinova Zarnigor Muzaffarjon qizi

Farg'ona davlat universiteti talabasi

[*zarnigorrahmiddinova05@gmail.com*](mailto:zarnigorrahmiddinova05@gmail.com)

ANOTATSIYA: Ushbu maqolada zamonaviy matematik dasturiy ta'minot tizimlari — Maple, Mathcad va MatLab — ning simvolli (analitik) hisoblash imkoniyatlari qiyosiy tahlil qilingan. Maple tizimining simvolli matematika sohasidagi asosiy afzalliklari, ya'ni aniq algebraik manipulyatsiyalar, differensial tenglamalarni analitik yechish, integral va limit hisoblash, hamda matematik ifodalarni soddalashtirishdagi kuchli algoritmlari ko'rib chiqilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, Maple tizimi simvolli hisoblash nuqtai nazaridan Mathcad va MatLab tizimlariga nisbatan sezilarli darajada keng imkoniyatlarga ega bo'lib, ayniqsa nazariy matematika, mexanika va muhandislik masalalarini analitik yechishda ustunlik qiladi. Maqolada har uch tizimning kuchli va zaif tomonlari, qo'llanish sohalari hamda o'quv jarayonida foydalanish samaradorligi ham muhokama etilgan.

Kalit so'zlar: simvolli hisoblash, Maple, Mathcad, MatLab, kompyuter algebrasi tizimlari, analitik yechim, differensial tenglamalar, matematik dasturiy ta'minot.

АННОТАЦИЯ: В данной статье проводится сравнительный анализ возможностей символьных (аналитических) вычислений в современных системах математического программного обеспечения — Maple, Mathcad и MatLab. Рассмотрены основные преимущества системы Maple в области



символьной математики: точные алгебраические манипуляции, аналитическое решение дифференциальных уравнений, вычисление интегралов и пределов, а также мощные алгоритмы упрощения математических выражений. Результаты исследования показывают, что система Maple с точки зрения символьных вычислений обладает значительно более широкими возможностями по сравнению с Mathcad и MatLab, особенно в области теоретической математики, механики и аналитического решения инженерных задач. В статье также обсуждаются сильные и слабые стороны всех трёх систем, сферы их применения и эффективность использования в учебном процессе.

Ключевые слова: символьные вычисления, Maple, Mathcad, MatLab, системы компьютерной алгебры, аналитическое решение, дифференциальные уравнения, математическое программное обеспечение.

ANNOTATION: This article presents a comparative analysis of symbolic (analytical) computation capabilities in modern mathematical software systems — Maple, Mathcad, and MatLab. The main advantages of the Maple system in the field of symbolic mathematics are examined, including precise algebraic manipulations, analytical solution of differential equations, computation of integrals and limits, and powerful algorithms for simplification of mathematical expressions. The research results demonstrate that the Maple system possesses significantly broader capabilities in symbolic computation compared to Mathcad and MatLab, particularly in theoretical mathematics, mechanics, and analytical solution of engineering problems. The article also discusses the strengths and weaknesses of all three systems, their fields of application, and the effectiveness of their use in the educational process.

Keywords: symbolic computation, Maple, Mathcad, MatLab, computer algebra systems, analytical solution, differential equations, mathematical software.

KIRISH

Zamonaviy fan va texnologiyaning jadal rivojlanishi matematika va muhandislik sohasida murakkab masalalarni hal etishni talab qilmoqda. Bu



masalalarni yechishda kompyuter texnologiyalari va matematik dasturiy ta'minot tizimlari tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Hozirgi kunda olimlar, muhandislar va talabalar o'rtasida eng keng tarqalgan matematik dasturiy ta'minot tizimlari qatoriga Maple, Mathcad va MatLab kiradi. Ushbu tizimlarning har biri o'zining alohida xususiyatlari, afzalliklari va cheklovlariga ega bo'lib, foydalanuvchilar tomonidan turli maqsadlarda qo'llaniladi.

Matematik hisoblashlar ikki asosiy turga bo'linadi: sonli (raqamli) hisoblash va simvolli (analitik) hisoblash. Sonli hisoblashda natija ma'lum bir aniqlik darajasida taxminiy raqam sifatida olinadi. Simvolli hisoblashda esa matematik ifodalar aniq algebraik shakllarda qayta ishlanadi va natija to'liq analitik ko'rinishda ifodalanadi.

Simvolli hisoblash kompyuter algebra tizimlari (KAT, inglizcha: Computer Algebra Systems — CAS) orqali amalga oshiriladi. Bu tizimlar matematik ifodalarni manipulyatsiya qilish, tenglamalar yechish, differentsial va integral hisob, limit hisoblash, qator yoyilmalar va boshqa analitik operatsiyalarni bajarish imkonini beradi. Maple tizimi kompyuter algebra tizimi sifatida yaratilgan va simvolli hisoblash uning asosiy kuchli tomoni hisoblanadi. Mathcad va MatLab esa asosan muhandislik va ilmiy hisoblashlar uchun mo'ljallangan bo'lib, ularga keyinchalik simvolli hisoblash modullari qo'shilgan.

Ushbu maqolaning maqsadi — Maple, Mathcad va MatLab tizimlarining simvolli hisoblash imkoniyatlarini qiyosiy tahlil qilish hamda Maple tizimining bu sohadagi afzalliklarini ilmiy asosda ko'rsatib berishdir. Tadqiqot natijalari ayniqsa oliy ta'lim muassasalarida matematik fanlarni o'qituvchi pedagoglar, muhandislik yo'nalishlarida tahsil olayotgan talabalar va amaliy matematik masalalar bilan shug'ullanuvchi mutaxassislar uchun amaliy ahamiyat kasb etadi.

ASOSIY QISM

Kompyuter Algebra Tizimlari Haqida Umumiy Ma'lumot

Kompyuter algebra tizimlari — bu matematik ifodalarni simvolli shaklda qayta ishlaydigan maxsus dasturiy vositalardir. Bu tizimlarning tarixiga nazar solsak,



birinchi KAT dasturlar 1960-yillarda yaratilganligi ma'lum bo'ladi. Amerikalik matematik va dasturchi Joel Moses 1968-yilda MIT universitetida "Macsyma" nomli dastlabki KAT tizimini ishlab chiqdi. Keyinchalik bu yo'nalishda ko'plab tizimlar yaratildi: Reduce, Derive, Mathematica, Maple va boshqalar [Geddes, Czapor, Labahn, 1992].

Hozirgi kunda eng mashhur kompyuter algebrasi tizimlari quyidagilardir:

Maple — 1980-yilda Kanada, Waterloo universiteti olimlari tomonidan yaratilgan. Tizim hozir Maplesoft kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilmoqda va muntazam yangilanib borilmoqda. Maple simvolli hisoblashning barcha sohalarini qamrab oladigan keng imkoniyatlarga ega.

Mathematica — 1988-yilda amerikalik fizik va matematik Stephen Wolfram tomonidan yaratilgan. Simvolli hisoblash sohasida Maple bilan teng raqobatchi hisoblanadi.

Mathcad — 1986-yilda yaratilgan, asosan muhandislar va texnik mutaxassislar uchun mo'ljallangan. Uning interfeysi an'anaviy matematik yozuvga juda yaqin bo'lib, foydalanish qulayligi bilan ajralib turadi.

MatLab — 1984-yilda Cleve Moler tomonidan yaratilgan. Matritsali hisoblashlar va raqamli tahlil uchun mo'ljallangan bo'lib, "Symbolic Math Toolbox" qo'shimchasi orqali simvolli hisoblash imkoniyatlariga ega [Higham, 2002].

Maple Tizimining Simvolli Hisoblash Mexanizmi

Maple tizimining simvolli hisoblash qobiliyati uning yadrosida joylashgan "Maple kernel" deb ataladigan asosiy interpretator orqali amalga oshiriladi. Bu interpretator matematik ifodalarni daraxt (tree) strukturasi ichki ko'rinishda saqlaydi va manipulyatsiya qiladi. Maple dasturlash tili ham simvolli operatsiyalar uchun maxsus optimallashtirilgan [Heck, 2003].

Maple tizimida simvolli hisoblashning asosiy xususiyatlari quyidagilardan iborat:

Aniq arifmetika. Maple ixtiyoriy uzunlikdagi butun sonlar, kasrlar va algebraik sonlar bilan aniq hisoblashlar amalga oshiradi. Masalan, $355113\frac{355}{113}$ 113355 kabi kasr sonlar yaxlitlanmasdan, to'liq aniq



shaklda saqlanadi. Bu xususiyat, ayniqsa kriptografiya va sonlar nazariyasidagi hisoblashlarda muhim ahamiyat kasb etadi.

Parametrik hisoblash. Maple parametrlar ishtirokidagi ifodalar bilan ishlash imkonini beradi. Masalan, $ax^2+bx+c=0$ tenglamasini yechish mumkin va natija umumiy formula ko'rinishida ifodalanadi.

Simvulli soddalashtirish. Maple murakkab matematik ifodalarni avtomatik ravishda soddalashtiradi. Bu jarayonda turli algebraik identikliklar, trigonometrik formulalar, logarifm qoidalari qo'llaniladi.

Maple tizimida `simplify`, `expand`, `factor`, `combine` kabi maxsus funksiyalar mavjud bo'lib, ular orqali ifodalarni turli shakllarda qayta yozish mumkin [Char va boshqalar, 1992].

MatLab Tizimining Simvulli Hisoblash Imkoniyatlari va Cheklovlari

MatLab asosan raqamli hisoblash uchun mo'ljallangan tizim bo'lib, uning simvulli hisoblash imkoniyatlari "Symbolic Math Toolbox" qo'shimchasi orqali ta'minlanadi. Bu qo'shimcha aslida MuPAD kompyuter algebrasi tizimiga asoslangan edi; keyinchalik esa MatLab ishlab chiquvchilari Maple'ning MapleSim texnologiyasidan foydalanishga o'tishdi [MathWorks, 2012].

MatLab'ning simvulli hisoblashidagi asosiy cheklovlar quyidagilardir:

MatLab'da simvulli hisoblash asosiy tizimning bir qismi emas, balki alohida sotib olinishi kerak bo'lgan qo'shimcha modul hisoblanadi. Bu esa dasturning narxini oshiradi va foydalanish qulayligini kamaytiradi.

MatLab'ning simvulli interpretatori Maple yadrosiga qaraganda ancha cheklangan imkoniyatlarga ega. Murakkab integral yoki differensial tenglamalarni yechishda MatLab ko'p hollarda "yechim topilmadi" yoki noto'g'ri natija berishi mumkin.

MatLab'da raqamli va simvulli o'zgaruvchilar o'rtasida aniq farq bor va ular orasida almashinuv maxsus konversiya funksiyalarini talab qiladi. Bu esa kodni murakkablashtiradi [Quarteroni, Saleri, 2006]. MatLab'ning simvulli hisoblashi katta



hajmli algebraik manipulyatsiyalarda sust ishlaydi, chunki tizim asosan raqamli hisoblash uchun optimallashtirilgan.

Shu bilan birga, MatLab'ning simvolli hisoblash moduli raqamli natijalar bilan birgalikda ishlatilganda ma'lum qulayliklar beradi. Masalan, simvolli yechimni olib, so'ngra uni raqamli parametrlar bilan hisoblash jarayoni nisbatan qulay amalga oshiriladi.

Mathcad Tizimining Simvolli Hisoblash Imkoniyatlari va Cheklovlari

Mathcad dasturi o'zining qulay va intuitiv interfeysi bilan mashhur. Bu tizim matematik yozuvga juda yaqin ko'rinishda ishlaydi: tenglamalar, formulalar va natijalar deyarli darslikdagi kabi ko'rinishda ekranda aks etadi. Bu xususiyat Mathcad'ni o'quv jarayonida va oddiy muhandislik hisoblashlarida juda mashhur qilgan [Maxfield, 2006].

Biroq, Mathcad'ning simvolli hisoblash imkoniyatlari jiddiy cheklovlarga ega: Simvolli yadro masalasi. Mathcad ham simvolli hisoblash uchun tashqi yadrodan foydalanadi. Dastlab bu Maple'ning MuPAD texnologiyasi edi, keyinchalik esa Mathcad Prime versiyalarida simvolli imkoniyatlar sezilarli darajada qisqartirildi va hatto ba'zi versiyalarda to'liq simvolli hisoblash moduli olib tashlandi [PTC, 2011].

Cheklangan simvolli funksiyalar. Mathcad murakkab trigonometrik, gipperbolik, maxsus funksiyalar va ularning kombinatsiyalari bilan bog'liq simvolli ifodalarni to'liq qayta isha olmaydi. Maple esa bunday hollarda to'liq analitik yechim beradi.

Parametrik masalalar. Mathcad'da parametrlil tenglamalar va sistemalar bilan ishlash juda cheklangan. Masalan, umumiy ikkinchi tartibli differensial tenglamani parametrlil koeffitsientlar bilan analytik yechish Mathcad'da deyarli imkonsiz, Maple'da esa standart operatsiya hisoblanadi.

Ifoda manipulyatsiyasi. Maple'dagi kabi ko'p bosqichli algebraik manipulyatsiyalar, jumladan maxsus faktorizatsiya, trigonometrik soddalashtirish va kompleks ifodalarni qayta yozish Mathcad'da mavjud emas yoki juda cheklangan shaklda taqdim etilgan.



Shu bilan birga, Mathcad'ning afzalligi shundaki, u muhandislik birliklarini (o'lchov birliklarini) avtomatik kuzatib boradi va o'lchamli hisoblashlarda xatoliklarni aniqlaydi. Bu xususiyat muhandislik amaliyotida juda muhim, biroq nazariy matematik masalalar uchun Mathcad yetarli imkoniyat bermaydi.

Maple Tizimining Simvulli Hisoblashdagi Asosiy Afzalliklari

Maple tizimining simvulli hisoblash sohasidagi ustunligi bir qancha asosiy yo'nalishlarda yaqqol ko'rinadi.

Maple tizimida dsolve funksiyasi yordamida oddiy differensial tenglamalar (ODT), xususiy hosilali differensial tenglamalar (XDT) va ularning sistemalarini analitik yechish mumkin. Maple Runge-Kutta va boshqa raqamli usullardan farqli ravishda, agar analitik yechim mavjud bo'lsa, uni aniq ko'rinishda topadi.

Integral Hisob

Maple'ning int funksiyasi aniq va noaniq integrallarni hisoblab beradi. Tizim integrallarni yechish uchun turli algoritmlarni qo'llaydi: Risch algoritmi, differensial tenglamalar usuli, maxsus funksiyalarga almashtirish va boshqalar [Geddes, Czapor, Labahn, 1992].

Qo'shimcha ravishda, Maple ko'p o'lchovli integrallar, parametrli integrallar va Dirac delta funksiyasi kabi umumlashgan funksiyalar ishtirokidagi integrallarni ham qo'llab-quvvatlaydi.

Maple tizimida solve va fsolve funksiyalari mavjud. solve funksiyasi algebraik tenglamalar va sistemalarning aniq simvulli yechimlarini topadi. Bu funksiya real va kompleks yechimlarni, ko'p sonli yechimlarni va parametrli yechimlarni to'liq ifodalay oladi.

Yuqori darajali polinomlar uchun Maple Abel-Ruffini teoremasiga muvofiq umumiy formulaning mavjud emasligini hisobga olgan holda, Galois nazariyasiga asoslangan algoritmlar yordamida eng oddiy ko'rinishdagi yechimni topadi [Cohen, 2003].

Nonlinear algebraik sistema yechimida Maple Groebner bazislari algoritmidan foydalanadi. Bu algoritm ko'p o'zgaruvchili polinomial sistemalarda



barcha yechimlarni topish imkonini beradi. MatLab va Mathcad bu sohadagi algoritmlarni to'liq amalga oshirmagan.

Vektor va Tensor Tahlil

Maple'ning VectorCalculus paketi gradient, divergensiya, rotor, Laplas operatori va boshqa vektor tahlilining simvolli hisoblashlarini qo'llab-quvvatlaydi. Bundan tashqari, Maple Karteziyan, silindrlil va sferik koordinatalar tizimlarida ishlash imkonini beradi.

Tensor tahlili uchun Maple'ning Physics paketi relativistik fizika va umumiy nisbiylik nazariyasidagi tensor hisoblashlarni simvolli shaklda amalga oshiradi. Bu daraja MatLab va Mathcad'da umuman mavjud emas [Maple Help, 2023].

Uch Tizimning Qiyosiy Tahlili

Maple, Mathcad va MatLab tizimlarini simvolli hisoblash nuqtai nazaridan qiyoslash quyidagi jadvalda aks ettirilgan:

Differensial tenglamalar bo'yicha: Maple: ODT va XDT ni to'liq analitik yechadi, maxsus funksiyalar bilan ishlaydi. MatLab: Oddiy ODT larda cheklangan imkoniyat, XDT da zaif. Mathcad: Faqat eng oddiy ODT larda ishlaydi, XDT da amalda imkonsiz.

Integral hisob bo'yicha: Maple: Murakkab integrallar uchun Risch algoritmi va boshqa usullar, maxsus funksiyalar. MatLab: O'rta darajadagi integrallar, maxsus funksiyalar zaif. Mathcad: Oddiy integrallar, murakkab hollarda raqamli hisoblashga o'tadi.

Algebraik tenglamalar bo'yicha: Maple: Groebner bazislari, Galois nazariyasi, to'liq yechim. MatLab: Cheklangan, ba'zan noto'g'ri. Mathcad: Juda cheklangan, ko'pincha raqamli usulga o'tadi.

Limit va qatorlar bo'yicha: Maple: To'liq analitik yechim, Laurent, Puiseux qatorlari. MatLab: Oddiy hollar uchun. Mathcad: Deyarli mavjud emas.

Integral almashtirishlar bo'yicha: Maple: To'liq analitik Laplace, Furye, Z-almashtirish. MatLab: Cheklangan. Mathcad: Faqat raqamli.



Foydalanish qulayligi bo'yicha: Maple: Professional matematik muhit, o'rganish talab etadi. MatLab: Muhandislik uchun qulay, keng tarqalgan. Mathcad: Eng intuitiv interfeys, vizual qulay.

Raqamli hisoblash bo'yicha: Maple: Yaxshi, biroq asosiy kuch emas. MatLab: Eng kuchli, asosiy yo'nalish. Mathcad: O'rta daraja.

Narxi bo'yicha: Maple: O'rtacha. MatLab: Qimmat (qo'shimchalar bilan). Mathcad: O'rtacha.

Oliy Ta'limda Maple Tizimidan Foydalanish

Maple tizimi oliy ta'lim muassasalarida, ayniqsa matematika, fizika va muhandislik fakultetlarida dars berish uchun juda mos keladi. Uning simvulli hisoblash imkoniyatlari talabalarga quyidagi fanlarda yordam beradi:

Matematik analiz. Maple yordamida limitlar, hosilalar, integrallar va qatorlarni simvulli hisoblash talabalar uchun analitik fikrlashni rivojlantiradi. Talaba javobni nazariy usulda hisoblaydi, so'ngra Maple yordamida tekshiradi yoki teskari tartibda — avval Maple yordamida yechadi, keyin yechimni tahlil qiladi [Abell, Braselton, 2005].

Differensial tenglamalar. Murakkab differensial tenglamalarni Maple yordamida analitik yechish va keyin yechimning grafik ko'rinishini kuzatish talabalar uchun kurs materialini tushunishni osonlashtiradi.

Chiziqli algebra. Maple matritsalar bilan simvulli ishlash imkonini beradi: determinant, teskari matritsa, xos qiymatlar va xos vektorlarni aniq algebraik shaklda hisoblaydi.

Ehtimollar nazariyasi va matematik statistika. Maple Statistics paketi yordamida ehtimollar nazariyasining nazariy masalalarini simvulli yechish imkonini beradi.

Matthias Kawski va boshqalar tomonidan o'tkazilgan tadqiqotlarda Maple'dan foydalangan talabalar guruhining matematikani tushunish darajasi Maple ishlatmagan guruhlariga qaraganda sezilarli yuqori bo'lganligi qayd etilgan [Kawski, 1997]. Shu bilan birga, tadqiqotchilar tizimga haddan tashqari tayanib qolmaslik va mustaqil fikrlash ko'nikmalarini saqlash muhimligini ta'kidlaydilar.



Amaliy Muhandislik Masalalarida Qo'llanilishi

Muhandislik amaliyotida Maple'ning simvolli hisoblash imkoniyatlari bir qancha sohalarda qo'llaniladi:

Nazorat tizimlari nazariyasi. Maple Laplace almashtirishidan foydalanib, uzatish funksiyasini topish, tizimning barqarorligini Raut-Gurvits mezonlari orqali tekshirish va boshqa simvolli muolajalarni amalga oshiradi [Kreyszig, 2011].

Strukturaviy mexanika. Maple elastiklik nazariyasidagi teng tenglamalar sistemasini analitik yechish, stress va deformatsiya taqsimotini topishda qo'llaniladi.

Elektrotexnika. Murakkab elektr zanjirlarining differensial tenglamalarini analitik yechish, Kirxgof qonunlari asosidagi sistemalarni simvolli hisoblash Maple'ning asosiy imkoniyatlaridan hisoblanadi.

Termodinamika. Issiqlik va massa almashish masalalarini tavsiflovchi xususiy hosilali differensial tenglamalarni Maple yordamida analitik yechish modellashtirishda keng qo'llaniladi.

MatLab ushbu muhandislik sohalari uchun ham keng qo'llaniladi, biroq u asosan raqamli simulyatsiya va Simulink muhitidagi blok-diagramma modellashtirish uchun afzal ko'riladi. Analitik yechim zarur bo'lgan hollarda esa Maple ustunlik qiladi.

XULOSA

Ushbu maqolada Maple, Mathcad va MatLab tizimlarining simvolli hisoblash imkoniyatlari atroflicha tahlil qilindi. Olib borilgan tadqiqot asosida quyidagi xulosalar chiqarish mumkin:

Maple tizimi simvolli (analitik) hisoblash sohasida Mathcad va MatLab tizimlariga nisbatan sezilarli darajada keng va chuqur imkoniyatlarga ega. Bu ustunlik, ayniqsa differensial tenglamalarni analitik yechish, murakkab integrallar hisoblash, algebraik sistemalar bilan Groebner bazislari usulida ishlash va integral almashtirishlarni simvolli bajarish kabi sohalarda yaqqol ko'rinadi.

MatLab tizimi raqamli hisoblash va muhandislik simulyatsiyasi sohasida o'z mavqeyini saqlab turadi. Uning simvolli hisoblash moduli ("Symbolic Math Toolbox") o'rta murakkablikdagi masalalar uchun yetarli bo'lsa-da, murakkab



nazariy masalalar uchun Maple'ga yetolmaydi. MatLab Simulink muhiti bilan birgalikda dinamik tizimlarni modellashtirishda tengsiz.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abell, M. L., & Braselton, J. P. (2005). *Maple by Example* (3rd ed.). Elsevier Academic Press. — 572 b.
2. Char, B. W., Geddes, K. O., Gonnet, G. H., Leong, B. L., Monagan, M. B., & Watt, S. M. (1992). *Maple V Language Reference Manual*. Springer-Verlag, New York. — 267 b.
3. Cohen, J. S. (2003). *Computer Algebra and Symbolic Computation: Mathematical Methods*. A K Peters, Ltd. — 323 b.
4. Geddes, K. O., Czapor, S. R., & Labahn, G. (1992). *Algorithms for Computer Algebra*. Kluwer Academic Publishers, Boston. — 585 b.
5. Heck, A. (2003). *Introduction to Maple* (3rd ed.). Springer-Verlag, New York. — 826 b.
6. Higham, N. J. (2002). *Accuracy and Stability of Numerical Algorithms* (2nd ed.). Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia. — 680 b.
7. Kawski, M. (1997). "Maple in graduate education: Experiences in differential equations and linear algebra". *Proceedings of the International Maple Summer Workshop*, Waterloo, Canada.
8. Kreyszig, E. (2011). *Advanced Engineering Mathematics* (10th ed.). John Wiley & Sons, New York. — 1283 b.
9. Maple Help System (2023). *Maple 2023 User Manual and Reference Guide*. Maplesoft, Waterloo, Ontario.
10. MathWorks (2012). *Symbolic Math Toolbox User's Guide*. The MathWorks Inc., Natick, Massachusetts.
11. Maxfield, B. (2006). *Essential Mathcad for Engineering, Science, and Math*. Elsevier/Academic Press, Amsterdam. — 474 b.
12. PTC Inc. (2011). *Mathcad Prime 1.0 User's Guide*. Parametric Technology Corporation, Needham, Massachusetts.



13. Quarteroni, A., & Saleri, F. (2006). *Scientific Computing with MATLAB and Octave* (2nd ed.). Springer-Verlag, Berlin. — 318 b.