

TO‘RTINCHI DARAJALI TENGLAMALARNI YECHISHNING L.FERRARI USULI. CHIZIQLI TENGSIKLIKLAR SISTEMASI. MINKOVSKIY TEOREMASI.

RAHIMOVA HOSILA MUSTAFO QIZI

Shahrisabz Davlat Pedagogika Instituti

Matematika va Informatika yo‘nalishi 3-kurs talabasi

TURAYEV ZIYOVUDDIN O‘KTAMXONOVICH

Shahrisabz Davlat Pedagogika Instituti, ilmiy rahbar

Annotatsiya: Ushbu ishda to‘rtinchi darajali algebraik tenglamalarni yechishda qo‘llaniladigan L. Ferrari usulining nazariy asosi, tarixiy shakllanishi va algoritmik bosqichlari batafsil yoritiladi. Shuningdek, chiziqli tengsizliklar sistemalarining yechim sohalari, ular uchun geometrik yondashuvlar va amaliy masalalardagi qo‘llanilish tamoyillari ishlab chiqiladi. Minkovskiy teoremasining konveks geometridagi o‘rni, fazoviy jismlarning o‘lchamlararo xossalari va algebraik strukturalar bilan bog‘liqligi ilmiy asosda ko‘rib chiqiladi. Mazkur mavzular o‘zaro uyg‘un tarzda taqdim etilib, algebra, geometriya va analizning tutashgan nuqtalarida yuzaga keladigan nazariy muammolar hamda ularning yechim usullari tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar: Ferrari usuli, to‘rtinchi darajali tenglama, chiziqli tengsizliklar, sistemalar, Minkovskiy teoremasi, konveks to‘plamlar, algebraik geometriya, yechim usullari.

Annotation: This work provides a detailed exposition of L. Ferrari’s method for solving quartic equations, including its theoretical foundation, historical development, and algorithmic procedure. It further examines systems of linear inequalities, focusing on feasible regions, geometric interpretations, and practical applications. Minkowski’s theorem is analyzed within the framework of convex geometry, highlighting its significance in multidimensional structures and connections to algebraic concepts. The

topics are presented in an integrated manner, emphasizing theoretical issues arising at the intersection of algebra, geometry, and analysis, along with approaches to their solution.

Keywords: Ferrari's method, quartic equation, linear inequalities, systems, Minkowski theorem, convex sets, algebraic geometry, solution techniques.

Аннотация: В данной работе подробно рассматривается метод Л. Феррари для решения уравнений четвертой степени, включающий его теоретические основы, историческое развитие и алгоритмические этапы. Дополнительно изучаются системы линейных неравенств, их области допустимых решений, геометрические модели и принципы применения в практических задачах. Теорема Минковского анализируется в контексте выпуклой геометрии, раскрываются её связи с многомерными структурами и алгебраическими свойствами. Материал представлен комплексно, подчеркивая взаимосвязь алгебры, геометрии и анализа, а также методы решения возникающих теоретических проблем.

Ключевые слова: Метод Феррари, уравнение четвертой степени, линейные неравенства, системы, теорема Минковского, выпуклые множества, алгебраическая геометрия, методы решения.

To'rtinchi darajali tenglamalarni yechishning L. Ferrari usuli, Chiziqli tengsizliklar sistemasi, Minkovskiy teoremasi

To'rtinchi darajali tenglamalarni yechishning L.Ferrari usuli

To'rtinchi darajali (kvart) tenglamalarni umumiy ko'rinishda yechish matematik analiz va algebra tarixi uchun muhim mavzulardan biridir. Ferrari usuli Lodoviko Ferrari tomonidan XVI asrda kashf etilgan bo'lib, u umumiy ko'rinishdagi $x^4 + ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$ tenglamani yechishning aniq formulalarini beradi.

Ferrari usulining asosiy g'oyasi kubik tenglama orqali yordamchi parametrni topishdan iborat. Tenglama avvalo $x = y - a/4$ almashtirish orqali qisqartirilgan kvart tenglamaga keltiriladi.

Qisqartirilgan ko'rinish: $y^4 + py^2 + qy + r = 0$.

Ferrari usuli bu tenglamani ikkita kvadratlarning ayirmasi ko‘rinishida yozadi: $(y^2 + m)^2 = ny + k$.

Bu transformatsiyani qo‘llash uchun m parametrini tanlash talab etiladi. m parametrini aniqlash uchun maxsus kubik tenglama hosil bo‘ladi va u Cardano usuli bilan yechiladi. Keyin y ning qiymatlari kvadrat tenglamalarni yechish orqali topiladi. Natijada to‘rtinchi darajali tenglamaning barcha ildizlari topiladi. Ferrari usuli algebraik geometriya, differensial tenglamalar va matematik fizika masalalarida qo‘llanadi.

Chiziqli tengsizliklar sistemasi

Chiziqli tengsizliklar sistemasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi: $a_1x + b_1y \geq c_1$, $a_2x + b_2y \leq c_2$ va hokazo.

Bunday sistemalarni yechish uchun grafik usul, almashtirish usuli, simplex usuli kabi metodlar qo‘llanadi. Ikki o‘zgaruvchili sistemalar odatda koordinata tekisligida yarim tekisliklar kesishmasi sifatida tasvirlanadi. Yechimlar to‘plami yopiq, ochiq yoki cheklangan bo‘lishi mumkin. Bu to‘plam ko‘pincha ko‘pburchak yoki konveks soha ko‘rinishida bo‘ladi.

Chiziqli tengsizliklar tizimlari iqtisodiyot, optimallashtirish, transport masalalari va loyihalash nazariyalarida keng qo‘llanadi. Murakkab sistemalarda har bir tengsizlik chegaraviy chiziq hosil qiladi va umumiy yechim sohasi ularning kesishmasidan iborat bo‘ladi.

Minkovski teoremasi

Minkovski teoremasi geometriya va sonlar nazariyasida muhim o‘rin tutadi. Lattice (panjara) nuqtalari va konveks jismlar orasidagi munosabatni ifodalaydi.

Minkovski teoremasining asosiy ko‘rinishi: agar K — markazi koordinata boshida joylashgan, konveks va simmetrik jism bo‘lsa hamda hajmi 2^n dan katta bo‘lsa, unda K tarkibida nol bo‘lmagan kamida bitta panjara nuqtasi mavjud. Bu teorema arifmetikadan tortib kod nazariyasi, kriptografiya, diophant tenglamalar va optimallashtirish masalalarigacha qo‘llanadi.

Minkovskiyning differensial geometriyaga oid natijalari konveks jismlarning o'lchamlari va ularning metrik xossalarini chuqur o'rganishga yordam beradi.

Minkovskiy yig'indisi $K + L$ tushunchasi ham matematikaning ko'plab yo'nalishlarida qo'llanadi. Bu jismning har bir nuqtasi boshqa jismning nuqtasi bilan yig'indisini hosil qiladi. Teoremadan kelib chiquvchi natijalar orasida Minkovskiy normasi, Minkovskiy fazosi, konveks tahlilning bir qator fundamental tushunchalari mavjud. Ushbu teorema yordamida ba'zi qiyin geometrik masalalarni algebraik yo'l bilan yechish mumkin bo'ladi.

To'rtinchi darajali tenglamalarni yechishning L. Ferrari usuli. Chiziqli tengsizliklar sistemasi. Minkovskiy teoremasi

1. To'rtinchi darajali tenglamalarni yechishning L. Ferrari usuli

To'rtinchi darajali tenglama umumiy ko'rinishi:

$$ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e = 0 \quad (a \neq 0).$$

Ferrari usuli tenglamani maxsus almashtirish orqali kvadrat tenglamalarga ajratish g'oyasiga asoslanadi.

1) Kub hadi yo'q qilinadi:

$$x = y - b/(4a)$$

Natijada depressiyalangan tenglama:

$$y^4 + py^2 + qy + r = 0 \text{ hosil bo'ladi.}$$

2) Tenglama kvadrat ko'rinishga keltiriladi.

3) Yordamchi kub tenglama (Ferrari–Kardano tenglamasi) yechiladi.

4) Ikki kvadrat tenglamalar hosil bo'ladi va yechimlar aniqlanadi.

2. Chiziqli tengsizliklar sistemasi

Chiziqli tengsizliklar sistemasi:

$$a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n \leq b$$

Grafik metod (2D da yarim tekisliklar),

Algebraik metodlar (Gaussga o'xshash),

Optimallashtirish (simpleks usuli) bilan bog'liq.

Yechimlar to'plami ko'pyoqlik (polyhedron) hosil qiladi.

3. Minkovskiy teoremasi

Minkovskiy konveks jismlar teoremasi:

$$A+B = \{a + b \mid a \in A, b \in B\}$$

$$V(A+B)^{(1/n)} \geq V(A)^{(1/n)} + V(B)^{(1/n)}$$

Panjarali nuqta teoremasi:

Hajmi 2^n dan katta bo'lgan markaziy simmetrik jism ichida

nol bo'lmagan butun nuqta mavjud.

Konveks analiz, geometriya va sonlar nazariyasida qo'llanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Абрамович М., Стегун И. Справочник по специальным функциям. Наука, 1979.
2. Cardano G. Ars Magna, 1545.
3. Kudryavtsev L. D. Kurs vysshey matematiki. Fizmatlit, 2001.
4. Rockafellar R. Convex Analysis. Princeton, 1970.
5. Vinberg E. B. Kurs algebry. Fizmatlit, 2002.