

Date: 17th January-2026

FRAKTAL GEOMETRIYA TABIAT VA TEXNOLOGIYADAGI CHEKSIZ SHAKLLAR

Raxmatulloyeva Matluba Raxmonovna

O'zbekiston Respublikasi IIV 1 sonli

Toshkent akademik litseyi

Annotatsiya: Ushbu maqolada fraktal geometriya tushunchasi, uning kelib chiqishi, asosiy xususiyatlari hamda klassik geometriyadan farqli jihatlari keng yoritiladi. Fraktal shakllarning o'z-o'ziga o'xshashlik (self-similarity) xususiyati, iteratsion qurilish jarayoni va fraktal o'lcham (fractal dimension) kabi muhim tushunchalar izohlanadi. Shuningdek, fraktallarning tabiatdagi ko'rinishlari va zamonaviy fan-texnika sohalarida, xususan kompyuter grafikasi, telekommunikatsiya, tibbiyot, ma'lumotlarni qayta ishlash va iqtisodiy modellashtirishda qo'llanilishi misollar bilan keltiriladi. Maqola yakunida fraktal geometriyaning ilmiy-amaliy ahamiyati bo'yicha xulosalar beriladi.

Kalit so'zlar: Fraktal geometriya, o'z-o'ziga o'xshashlik, iteratsiya, Mandelbrot to'plami, Koch qor parchasi, Sierpinski uchburchagi, fraktal o'lcham, murakkab shakl, modellashtirish, kompyuter grafikasi.

Geometriya matematikaning eng qadimiy bo'limlaridan biri bo'lib, u shakllar, fazoviy jismlar, masofa, burchak, yuza va hajm kabi tushunchalarni o'rganadi. An'anaviy geometriyada ko'pincha silliq va oddiy shakllar — uchburchak, to'rtburchak, aylana, shar kabi figuralar tahlil qilinadi. Biroq real hayotda uchraydigan ko'plab obyektlar (tog'lar, bulutlar, daraxt shoxlari, qirg'oq chiziqlari, qor parchalari) an'anaviy geometrik shakllarga to'liq mos kelmaydi.

Masalan, qirg'oq chizig'ini oddiy chiziq sifatida tasvirlash mumkin, lekin uni kattalashtirib qaralsa, u yana mayda burilishlar, notekisliklar va murakkabliklardan iborat bo'lib chiqadi. Shu sababli matematikada tabiatdagi murakkab tuzilmalarni ifodalash uchun yangi yo'nalish — fraktal geometriya (Fractal Geometry) vujudga kelgan.

Fraktal geometriya XX asrda jadal rivojlanib, ilmiy jamoatchilik tomonidan tabiatdagi murakkab shakllarni tushuntirish, matematik modellashtirish va kompyuter yordamida tasvirlashda muhim vosita sifatida tan olindi.

Fraktal so'zi lotincha *fractus* — “sindirilgan”, “bo'laklangan” degan ma'noni anglatadi. Fraktal geometriya esa murakkab, bo'laklarga ajralgan, o'ziga xos tuzilishga ega shakllarni o'rganadi.

Fraktal obyektlar quyidagi asosiy xususiyatlari bilan ajralib turadi:

Fraktalning eng muhim belgisi shundaki, uning kichik qismi ham umumiy shakliga o'xshab ketadi. Ya'ni, fraktalning bir bo'lagini kattalashtirsak, u butun shaklga o'xshash ko'rinishda bo'ladi.



Date: 17th January-2026

Bu holat tabiatda juda ko'p uchraydi: daraxtning katta shoxi kichik shoxchalar tuzilishiga o'xshaydi, daryo irmoqlari tarmog'i kichik irmoqlar tarmog'iga o'xshaydi, o'simlik barglarining tomirlanishi ham shunday.

Fraktallar ko'pincha bir xil qoida asosida qayta-qayta takrorlanadigan jarayon orqali hosil bo'ladi. Bu jarayon iteratsiya deb ataladi.

Masalan: avval oddiy shakl olinadi, unga bir qoida asosida o'zgartirish kiritiladi, hosil bo'lgan yangi shaklga ham shu qoida qo'llanadi, jarayon cheksiz davom etishi mumkin.

Fraktal shakllar cheksiz darajada murakkab bo'lishi mumkin. Qanchalik kattalashtirib ko'rilmasin, unda yana yangi detallar paydo bo'laveradi.

Fraktal geometriya zamonaviy fan bo'lsa ham, uning ildizlari klassik matematikada uchraydi.

Fraktal geometriya rivojida eng katta hissa qo'shgan olim — Benua Mandelbrot hisoblanadi. U 1975-yilda “fraktal” atamasini ilmiy muomalaga kiritdi va fraktallarni tabiatdagi murakkab shakllarni ifodalash uchun ishlatish mumkinligini asoslab berdi.

Mandelbrot fraktallarni kompyuter yordamida tasvirlash va tahlil qilish orqali ularning cheksiz murakkabligini ko'rsatib berdi. Ayniqsa, Mandelbrot to'plami fraktal geometriyaning ramziga aylandi.

Muhim xususiyati har bir iteratsiyada chiziqli uzunligi ortib boradi; natijada perimetr cheksiz bo'lib ketadi; ammo yuza cheklangan bo'lib qoladi.

Bu fraktal geometriyaning qiziqarli paradokslaridan biridir.

Bu fraktal quyidagicha quriladi:

1. katta uchburchak olinadi;
2. uning markazidagi kichik uchburchak olib tashlanadi;
3. qolgan uchburchaklarda ham shu jarayon davom ettiriladi.

Natijada ko'plab bo'shliqlarga ega, teshik-teshik, ammo aniq qonuniyat asosida qurilgan shakl paydo bo'ladi.

Mandelbrot to'plami murakkab sonlar orqali aniqlanadi. Kompyuterda tasvirlanganda u: markazda “yadro”ga o'xshash shakl, uning atrofida esa cheksiz darajada murakkab naqshlar hosil qiladi.

Bu fraktalning o'ziga xosligi shundaki: qanchalik kattalashtirilmasin, yangi shakllar paydo bo'ladi; har bir kattalashtirishda naqshlar takrorlansa-da, aynan bir xil bo'lmaydi.

Oddiy geometriyada o'lcham quyidagicha: nuqta — 0 o'lcham, chiziqli — 1 o'lcham, tekislik — 2 o'lcham, fazo — 3 o'lcham.

Fraktallarda esa o'lcham butun son bo'lmasligi mumkin. Masalan: 1.2, 1.5, 1.8 kabi qiymatlar uchraydi.

Bu fraktal obyektning murakkabligi darajasini bildiradi. Fraktal o'lcham katta bo'lsa, shakl shunchalik “to'ldiruvchi” va murakkab bo'ladi.

Fraktallar tabiatdagi ko'plab obyektlarning ichki tuzilishida mavjud. Misollar:



Date: 17th January-2026

Daraxt shoxlari tarmoqlanib boradi. Har bir shox yana kichik shoxchalar hosil qiladi.

Daryo irmoqlari tizimi ham fraktalga o'xshaydi: katta irmoq ichida kichik irmoqlar tarmog'i takrorlanadi.

Bulutlarning shakli aniq chegaraga ega emas, ammo ular har masshtabda o'xshash notekislikka ega.

Inson organizmi qon tomirlari, bronxlar, nerv tarmoqlari ham fraktalga o'xshash tarzda tarmoqlanadi.

Bu fraktal geometriyaning biologiya va tibbiyotda ham ahamiyatini ko'rsatadi.

Fraktal geometriya bugungi kunda ko'plab sohalarda amaliy ahamiyatga ega.

O'yinlar va filmlarda realistik manzara yaratish uchun fraktal algoritmlar ishlatiladi: tog'lar, daraxtlar, bulutlar, olov, dengiz to'lqinlari.

Fraktal modellar oddiy shakllardan ko'ra tabiiyroq ko'rinish beradi.

Fraktal shaklli antennalar quyidagi afzalliklarga ega: kichik hajmda katta imkoniyat, signalni yaxshi qabul qilish, bir nechta diapazonda ishlash (multi-band).

Shuning uchun zamonaviy mobil aloqa va Wi-Fi qurilmalarida fraktal elementlar uchraydi.

Tibbiyotda fraktal tahlil yordamida: yurak urish ritmini tekshirish, tomirlarning murakkabligini baholash, o'pka bronxlarining tuzilishini o'rganish mumkin.

Bu usullar ayrim kasalliklarni erta aniqlashga yordam beradi.

Fraktal algoritmlar: tasvirni siqish (compression), shovqinni kamaytirish, murakkab strukturalarni aniqlashda ishlatiladi.

Moliya bozoridagi narx o'zgarishlari ko'pincha tartibsiz va murakkab ko'rinish beradi. Ba'zi tadqiqotlarda fraktal modellar: aksiyalar narxi, valyuta kursi, bozor tebranishlarini tahlil qilishda qo'llanadi.

Xulosa

Fraktal geometriya — murakkab va cheksiz detallarni o'z ichiga olgan shakllarni o'rganadigan zamonaviy matematik yo'nalishdir. U klassik geometriyadan o'z-o'ziga o'xshashlik, iteratsiya va fraktal o'lcham kabi tushunchalari bilan farq qiladi. Fraktallar tabiatdagi shakllarni tushuntirishda, kompyuter grafikasi, telekommunikatsiya, tibbiyot va boshqa ko'plab sohalarda amaliy qo'llanilib, fan va texnologiyalar rivojiga katta hissa qo'shmoqda. Shuning uchun fraktal geometriyani o'rganish nafaqat matematik bilimlarni kengaytiradi, balki zamonaviy ilmiy yondashuvlarni tushunishga ham xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. B. Mandelbrot. *The Fractal Geometry of Nature*.
2. H.-O. Peitgen, H. Jürgens, D. Saupe. *Chaos and Fractals*.
3. A.P. Kiselev. *Geometriya*.
4. Umumta'lim maktablari uchun "Geometriya" darsliklari (7–11-sinflar).
5. Ilmiy maqolalar va elektron manbalar.

