

## UCH O'LCHOVLI FRAKTAL TUZILISHLI OBYEKTLAR

*Asatullayev Javoxur Asqad o'g'li*

*Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti*

*asatullayevjavohir1997@gmail.com*

**Annotatsiya.** Mazkur maqola uch o'lchovli fraktal tuzilishli obyektlarning matematik asoslari, hosil qilish usullari va amaliy qo'llanilishi haqida ma'lumot beradi. Fraktal geometriyaning ilmiy va texnologik sohalardagi o'rni, shuningdek, tabiiy jarayonlarni modellashtirishdagi ahamiyati tahlil qilinadi. Fraktallarning estetik va funksional imkoniyatlari zamonaviy texnologiyalar rivojlanishiga ta'sir qilishi ta'kidlanadi.

**Kalit so'zlar.** fraktal, uch o'lchovli geometriya, matematik modellashtirish, tabiiy jarayonlar, kompyuter grafikasi, Menger g'alviri, fraktal o'lchov.

**Аннотация.** В данной статье представлена информация о математических основах, методах создания и практическом применении объектов с трехмерной фрактальной структурой. Анализируется роль фрактальной геометрии в научной и технологической областях, а также ее значение при моделировании природных процессов. Подчеркивается, что эстетические и функциональные возможности фракталов влияют на развитие современных технологий.

**Ключевые слова.** фрактал, трехмерная геометрия, математическое моделирование, природные процессы, компьютерная графика, диаграмма Менгера, фрактальная размерность.

**Abstract.** This article provides information on the mathematical foundations, methods of creation and practical application of objects with three-dimensional fractal structures. The role of fractal geometry in scientific and technological fields, as well as its importance in modeling natural processes, is analyzed. It is emphasized that the aesthetic and functional capabilities of fractals affect the development of modern technologies.

**Keywords.** fractal, three-dimensional geometry, mathematical modeling, natural processes, computer graphics, Menger's curve, fractal dimension.

Fraktallar — geometriyaning zamonaviy sohalaridan biri bo'lib, o'z-o'zini takrorlaydigan va murakkab tuzilmalarni tavsiflaydi. Ushbu tuzilmalar tabiatdagi ko'plab obyektlarni modellashtirishda va matematik tahlilda keng qo'llaniladi. Uch o'lchovli fraktallar esa ushbu nazariyaning kengaytirilgan ko'rinishi bo'lib, murakkab tuzilmalarning matematik ifodasi va fizik o'lchovlardagi izohidir[1,2].

Fraktallarni matematik tahlil qilish quyidagi asosiy nazariyalarga tayanadi:

1. **O‘z-o‘zini takrorlash xususiyati:** Fraktal tuzilmalar o‘zining har bir qismida asosiy tuzilmani takrorlaydi.

2. **Kasr sonli o‘lcham:** Fraktal obyektlar geometrik o‘lchamlar (1D, 2D yoki 3D) bilan chegaralanmaydi; ular fraktal o‘lcham (masalan, 2,5 yoki 2,7) bilan tavsiflanadi.

3. **Iteratsion jarayonlar:** Har bir fraktal tuzilmalar takrorlanadigan matematik operatsiyalar asosida hosil bo‘ladi, bu esa cheksiz murakkablikka olib keladi[2,4].

Misol sifatida Mandelbrot va Julia to‘plamlarining uch o‘lchovli variantlarini keltirish mumkin.

Fraktallarni uch o‘lchovli fazoda yaratish usullari quyidagilardan iborat:

1. **Geometrik transformatsiyalar:** Sierpinski piramidasini va Menger g‘alviri kabi geometrik fraktallarni iteratsion jarayonlar orqali hosil qilish.

2. **Matematik modellashtirish:** Maxsus tenglamalardan foydalanib uch o‘lchovli shakllar yaratish. Masalan, kvaternion va hiperkvaternionlar asosida fraktallarni hisoblash.

3. **Kompyuter algoritmlari:** Uch o‘lchovli grafik dasturlar yordamida fraktal tuzilmalarning interaktiv modellarini qurish[3].

Tabiatda uchraydigan ko‘plab obyektlar fraktal tuzilmalarga ega. Masalan:

• **Daraxtlar va ildiz tizimlari:** Ushbu tuzilmalar o‘z-o‘zini takrorlash printsipli asosida rivojlanadi.

• **Bulutlar va tog‘ tizimlari:** Geometrik fraktallar orqali simulyatsiya qilinadi.

• **Qon tomirlari va asab tizimi:** Biologik fraktallar yordamida tahlil qilinadi.

Fraktal modellar nafaqat tabiiy jarayonlarni tushunishga, balki ularni kompyuter texnologiyalarida qayta yaratishga yordam beradi[3,4].

Uch o‘lchovli fraktallar zamonaviy ilmiy va texnologik sohalarda keng qo‘llanilmoqda:

1. **Arxitektura va dizayn**

Fraktallar yordamida murakkab va estetik jihatdan jozibador binolar loyihalanmoqda. Masalan, "Fraktal minora" kontseptsiyasi zamonaviy arxitekturadagi innovatsiyalardan biridir.

2. **Kompyuter grafikasi va animatsiya**

Fraktal texnologiyalar yordamida realistik virtual muhitlar va maxsus effektlar yaratiladi. Bu jarayon o‘yinlar va kino sanoatida keng qo‘llaniladi.

3. **Tibbiyot va biologiya**

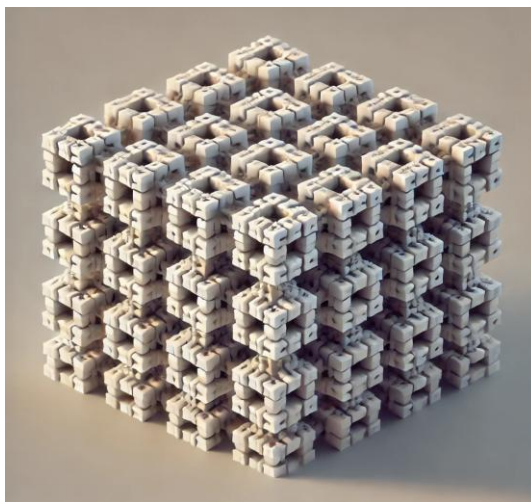
Fraktal geometriya yordamida organizmning murakkab tuzilmalarini o‘rganish va patologiyalarni aniqlash imkoniyatlari kengaymoqda.

#### 4. **Astronomiya va geologiya**

Koinotdagi yulduz tizimlari va yer yuzasidagi landshaftlarni tadqiq qilishda fraktallar samarali vositadir[5].

##### **Menger g'alviri: Uch o'lchovli fraktallarga misol**

Menger g'alviri uch o'lchovli fraktal obyekt bo'lib, oddiy geometrik shaklni iteratsiya orqali murakkablashtirish asosida hosil qilinadi. Har bir iteratsiyada kubning ichki qismi chiqarib tashlanadi va yangi kichik kublar hosil qilinadi. Bu jarayonni cheksiz davom ettirish nazariy jihatdan cheksiz murakkab tuzilmani hosil qiladi.



Ushbu grafik tasvir uch o'lchovli Menger g'alvirini ifodalaydi. Bu fraktal obyekt kub shakli asosida hosil bo'lib, iteratsiyalar orqali o'zining murakkab va o'z-o'zini takrorlaydigan strukturasi yaratadi. Tasvir maqoladagi tushunchalarni vizualizatsiya qilishda yordam beradi[7].

##### **Xulosa.**

Uch o'lchovli fraktallar ilmiy tadqiqotlar, texnologiyalar va san'at sohalarida katta istiqbolga ega. Ularning qo'llanilishi tabiatni chuqurroq tushunish, yangi texnologik yechimlarni yaratish va virtual olamni rivojlantirish uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Kelajakda fraktallar yordamida kashf qilinadigan innovatsiyalar yanada kengroq imkoniyatlar ochishi kutilmoqda.

##### **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:**

1. Sh.A.Anarova, F.M.Nuraliev, O.M.Narzulloev Construction of the equation of fractals structure based on the rvachev R-functions theories. 1260 (2019) 102002.
2. **Peitgen, H.-O., Jürgens, H., Saupe, D.** Chaos and Fractals: New Frontiers of Science. Springer, 2004.
3. **Barnsley, M. F.** Fractals Everywhere. Academic Press, 2000.
4. **Falconer, K.** Fractal Geometry: Mathematical Foundations and Applications. Wiley, 2014.

5. Mandelbrot B. «Fraktalnaya geometriya prirodi». Moskva - Ijevsk: Institut kompyuternix issledovaniy. 2002 g., -656 str
6. Belenkaya N.L., Sergeyev L.O. Fraktali. // Informatika (priloj. k "Pervoye sentyabrya"). Moskva: 2000. - №30.
7. Azayevich A.I. Fraktali: geometriya i iskustvo. «Matematika v shkole». Moskva: 2005. - №4.
8. K.A.Papov. Vektori, fraktali i kompyuternoye modelirovaniye. «Matematika v shkole». Moskva: 2006 - №8.
9. V.S.Sekovanov. Geometricheskaya progressiya i geometriya fraktalov. «Matematika v shkole». Moskva: 2006 - №8.
10. A.A.Potapov. Fraktali, kaos rekursiya. «Vissheye obrazovaniye segodnya». Moskva:2003 - №4.
11. **L. Pietronero.** Fractals and the Physics of Complex Systems. Physics Reports, 1987.
12. **Schroeder, M.** Fractals, Chaos, Power Laws: Minutes from an Infinite Paradise. Freeman, 1991.
13. Fractal Foundation
14. Mandelbulb 3D Software