


UO‘K: 551.243:550.34

 10.70769/3030-3214.SRT.4.2.2026.19

© 2026 Authors. Licensed under CC BY 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

YER YORIQLARINING MAKON VA CHUQURLIK BO‘YICHA TAQSIMLANISH XUSUSIYATLARI



Dononov Jasur Ural o'g'li

Dotsent, Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O'zbekiston

E-mail: jasurdononov@mail.ru

ORCID ID: 0009-0007-7631-4769

Science ID: FQD-0226-0038

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot ishida yer yoriqlarining makon va chuqurlik bo'yicha taqsimlanish xususiyatlari fraktal hamda statistik tahlil usullari yordamida o'rganildi. Tadqiqotda yoriqlar tizimining fazoviy joylashuvini modellashtirish uchun tasodifiy nuqtaviy taqsimlanish modeli va Lévy flight fraktal modeli qo'llanildi. Lévy flight modeli asosida yoriqlar orasidagi masofalarning ehtimollik zichligi va taqsimlanish funksiyalari aniqlandi hamda fraktal o'lcham ko'rsatkichi hisoblandi. Tahlil natijalari yer yoriqlari va zilzila epitsentrlarining fazoviy joylashuvi murakkab strukturaviy-geodinamik tizim ekanligini hamda o'z-o'ziga o'xshash fraktal xususiyatlarga ega ekanligini tasdiqladi. Yoriqlar tizimining klasterlashish darajasi, makoniy zichligi va chuqurlik bo'yicha tarqalishi tektonik kuchlanish maydonlari hamda seysmik faollik bilan chambarchas bog'liqligi aniqlandi. Korrelyatsion o'lchamni baholashda koordinata xatoliklari, chegara effekti, statistik tanlanma hajmi va makoniy proyeksiya kabi sistematik omillarning ta'siri tahlil qilindi. Kichik masshtab chegaralarida koordinatalar aniqligining pasayishi fraktal parametrlarning noto'g'ri baholanishiga olib kelishi mumkinligi ko'rsatildi. Statistik filtrlash va masshtab parametrlarini optimallashtirish usullarini qo'llash orqali taqsimlanish qonuniyatlarini yanada aniqroq baholash imkoniyati yaratildi. Olingan natijalar seysmik xavf zonalarini aniqlash va hududlarning geodinamik holatini baholashda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: yer yoriqlari, fraktal o'lcham, korrelyatsion o'lcham, Lévy flight modeli, seysmik faollik, geodinamika.

Received: 19.05.2026

Accepted: 21.06.2026

Published: 29.06.2026

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО И ГЛУБИННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗЛОМОВ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Дононов Жасур Урал угли

Каршинский государственный технический университет, доцент, Карши, Узбекистан

Аннотация. В данной работе исследованы особенности пространственного и глубинного распределения разломов земной коры с использованием методов фрактального и статистического анализа. Для моделирования пространственного расположения системы разломов применялись модель случайного точечного распределения и фрактальная модель полёта Леви (Lévy flight). На основе модели Lévy flight были определены функции плотности вероятности и распределения расстояний между разломами, а также рассчитан показатель

фрактальной размерности. Результаты анализа подтвердили, что пространственное расположение разломов и эпицентров землетрясений представляет собой сложную структурно-геодинамическую систему, обладающую свойствами самоподобия. Установлена тесная связь между степенью кластеризации разломов, их пространственной плотностью, распределением по глубине и полями тектонических напряжений, а также сейсмической активностью. При оценке корреляционной размерности проанализировано влияние систематических факторов, включая ошибки координат, краевые эффекты, объём статистической выборки и пространственные проекции. Показано, что снижение точности координат на малых масштабах может приводить к некорректной оценке фрактальных параметров. Применение методов статистической фильтрации и оптимизации масштабных параметров позволило повысить точность оценки закономерностей распределения. Полученные результаты имеют важное научно-практическое значение для выявления зон сейсмической опасности и оценки геодинамического состояния территорий.

Ключевые слова: разломы земной коры, фрактальная размерность, корреляционная размерность, модель полёта Леви, сейсмическая активность, геодинамика.

SPATIAL AND DEPTH DISTRIBUTION CHARACTERISTICS OF GEOLOGICAL FAULTS

Dononov Jasur Ural ugli

Karshi State Technical University, Associate Professor, Karshi, Uzbekistan

Abstract. This study investigates the spatial and depth distribution characteristics of geological faults using fractal and statistical analysis methods. A random point distribution model and the Lévy flight fractal model were employed to simulate the spatial arrangement of fault systems. Based on the Lévy flight model, the probability density and distribution functions of inter-fault distances were determined, and the fractal dimension parameter was calculated. The results confirmed that the spatial distribution of geological faults and earthquake epicenters represents a complex structural-geodynamic system exhibiting self-similar fractal properties. A strong relationship was identified between the degree of fault clustering, spatial density, depth distribution, tectonic stress fields, and seismic activity. The influence of systematic factors, including coordinate errors, boundary effects, statistical sample size, and spatial projection, was analyzed during the estimation of the correlation dimension. It was demonstrated that reduced coordinate accuracy at small scales may lead to inaccurate estimation of fractal parameters. The application of statistical filtering and scale-parameter optimization methods improved the accuracy of distribution pattern assessment. The obtained results are of significant scientific and practical importance for identifying seismic hazard zones and evaluating the geodynamic state of regions.

Keywords: geological faults, fractal dimension, correlation dimension, Lévy flight model, seismic activity, geodynamics.

Kirish. Yer yoriqlari va tektonik buzilishlarning makon hamda chuqurlik bo'yicha taqsimlanishini o'rganish geologiya, geofizika va seysmologiya fanlarining muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Yer po'stida yuz beradigan deformatsion jarayonlar natijasida hosil bo'ladigan yoriqlar va uzilmalar tog' jinslarining fizik-mexanik xususiyatlari, tektonik kuchlanish maydonlari hamda seysmik jarayonlarning shakllanishida asosiy omillardan biri sifatida qaraladi [12]. Ayniqsa, yoriqlar tizimining fazoviy joylashuvi va

chuqurlik bo'yicha tarqalish qonuniyatlarini aniqlash hududlarning geodinamik holatini baholash, seysmik xavfni prognozlash hamda yer osti geologik muhitining strukturaviy xususiyatlarini aniqlashda muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega [4].

So'nggi yillarda yer yoriqlari va seysmik hodisalarning fazoviy taqsimlanishini fraktal geometriya va statistik tahlil usullari asosida o'rganishga katta e'tibor qaratilmoqda. Tadqiqotlarda yoriqlar tizimining makoniy joylashuvi

ko'pincha o'z-o'ziga o'xshashlik xususiyatiga ega bo'lgan murakkab strukturaviy tizim sifatida qaraladi. Bunday yondashuv yoriqlar va zilzila o'choqlarining tarqalish qonuniyatlarini baholash, ularning zichligi, yo'nalishi va chuqurlik bo'yicha o'zgarish xususiyatlarini aniqlash imkonini beradi [1,9]. Fraktal tahlil natijalari yoriqlar tizimining strukturaviy murakkabligi va tektonik rivojlanish bosqichlari o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlashda samarali usullardan biri hisoblanadi.

Yer yoriqlarining chuqurlik bo'yicha taqsimlanishi hududning geodinamik rivojlanishi bilan chambarchas bog'liq bo'lib, seysmik faol zonalarda yoriqlarning ma'lum chuqurlik intervallarida yuqori konsentratsiyalanishi kuzatiladi. Bu esa tektonik kuchlanishlarning notekis taqsimlanganligini hamda deformatsion jarayonlarning murakkab xarakterga ega ekanligini ko'rsatadi. Ayniqsa, faol tektonik hududlarda yoriqlar tizimi va seysmik hodisalar o'rtasidagi fazoviy bog'liqlikni aniqlash hududning geologik barqarorligini baholashda muhim omil bo'lib xizmat qiladi [3, 7, 15].

Mazkur tadqiqot ishida yer yoriqlarining makon va chuqurlik bo'yicha taqsimlanish xususiyatlari tahlil qilinib, ularning fazoviy joylashuvi, chuqurlik intervallari bo'yicha tarqalishi hamda strukturaviy-geodinamik omillar bilan bog'liqligi o'rganiladi [11]. Tadqiqot natijalari hududlarning tektonik rivojlanish qonuniyatlarini aniqlash, seysmik faol zonalarini baholash va geologik jarayonlarning evolyutsion xususiyatlarini tushuntirishda ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Yer yoriqlarining makoniy taqsimlanishini modellashtirish. Yer yoriqlarining makon va chuqurlik bo'yicha taqsimlanish xususiyatlarini o'rganishda statistik hamda fraktal modellashtirish usullaridan keng foydalaniladi. Ushbu yondashuv yoriqlar tizimining fazoviy joylashuvi, zichligi va strukturaviy murakkabligini baholash imkonini beradi [14]. Tadqiqot davomida yoriqlar tizimining fazoviy taqsimlanishini modellashtirish uchun tasodifiy nuqtalar hamda fraktal taqsimlanish modellari qo'llanildi.

Tasodifiy makoniy taqsimlanishni hosil qilishda nuqtalar ikki o'lchamli tekislikda yoki uch o'lchamli fazoda bir tekis joylashtirildi [6]. Koordinatalarni generatsiya qilish quyidagi ifodalar orqali amalga oshirildi:

$$x = x_1 + Z_1 \cdot (x_2 - x_1), \quad (1)$$

$$y = \arcsin [Z_2 \cdot (\sin(y_2) - \sin(y_1)) + \sin(y_1)] \quad (2)$$

bu yerda:

x_1, x_2 – uzunlik bo'yicha chegaralar;

y_1, y_2 – kenglik bo'yicha chegaralar;

Z_1, Z_2 – (0;1] oralig'idagi tasodifiy sonlar.

Mazkur model yoriqlarning makoniy joylashuvini dastlabki statistik baholash imkonini beradi. Biroq real geologik muhitda yer yoriqlari tasodifiy emas, balki ma'lum strukturaviy qonuniyatlar asosida shakllanadi. Shu sababli tadqiqotda fraktal modellashtirish usulidan ham foydalanildi.

Fraktal makoniy taqsimlanishni model-lashtirishda Lévy flight modeli asos qilib olindi [2]. Ushbu model yoriqlar orasidagi masofalar taqsimlanishini ifodalash imkonini beradi. Masofalar ehtimollik zichligi quyidagi ko'rinishda aniqlanadi:

$$\varphi(r) = \frac{r_{max}^\delta r_{min}^\delta}{r_{max}^\delta - r_{min}^\delta} \delta r^{-1-\delta} \quad (3)$$

bu yerda:

r_{min} – minimal masofa;

r_{max} – maksimal masofa;

δ – fraktal o'lcham ko'rsatkichi.

Taqsimlanish funksiyasi esa quyidagicha ifodalanadi:

$$\phi(r) = \frac{\left(\frac{r_{min}}{r}\right)^\delta - \left(\frac{r_{min}}{r_{max}}\right)^\delta}{1 - \left(\frac{r_{min}}{r_{max}}\right)^\delta} \quad (4)$$

Yoriqlar orasidagi masofalarni generatsiya qilish formulasi:

$$r = r_{min} \left\{ Z \left[1 - \left(\frac{r_{min}}{r}\right)^{-\delta} \right] + \left(\frac{r_{min}}{r_{max}}\right)^{-\delta} \right\}^{-1/\delta} \quad (5)$$

Mazkur model yordamida yer yoriqlarining fazoviy joylashuvi, ularning klasterlashish darajasi hamda chuqurlik bo'yicha tarqalish qonuniyatlari baholandi. Fraktal modellashtirish natijalari yoriqlar tizimining o'z-o'ziga o'xshash strukturaga ega ekanligini hamda tektonik jarayonlarning murakkab geodinamik xarakterini aks ettirishini ko'rsatadi [8, 10].

Tadqiqot natijalari asosida yer yoriqlarining makoniy taqsimlanishi tektonik kuchlanish maydonlari, seysmik faollik va geologik muhitning strukturaviy xususiyatlari bilan chambarchas bog'liqligi aniqlandi. Fraktal yondashuv yoriqlar tizimini matematik modellashtirish va ularning rivojlanish qonuniyatlarini aniqlashda samarali

usullardan biri sifatida baholandi.

Korrelyatsion o'lchamni aniqlashdagi xatolik va sistematik og'ishlar. Yer yoriqlarining makon va chuqurlik bo'yicha taqsimlanishini fraktal hamda statistik usullar yordamida tahlil qilishda korrelyatsion o'lchamni aniqlash muhim bosqich hisoblanadi. Biroq real geologik va seysmologik ma'lumotlarni qayta ishlash jarayonida turli xil xatoliklar va sistematik og'ishlar yuzaga keladi [13]. Ushbu omillar yoriqlar tizimining fraktal ko'rsatkichlariga sezilarli ta'sir ko'rsatib, natijalarning aniqligini pasaytirishi mumkin.

Korrelyatsion o'lchamni aniqlashda asosiy xatolik manbalariga yoriqlarning koordinatalarini aniqlashdagi noaniqliklar, kuzatuv chegaralari, ma'lumotlarning notekis taqsimlanishi hamda statistik tanlanmaning yetarli emasligi kiradi. Ayniqsa, yoriqlarning chuqurlik bo'yicha joylashuvi haqidagi ma'lumotlar aniqligining past bo'lishi fraktal parametrlarning noto'g'ri baholanishiga olib keladi. Shuningdek, ayrim hududlarda kuzatuv tarmoqlarining zichligi turlicha bo'lishi natijasida ma'lumotlarning fazoviy notekisligi yuzaga keladi.

Fraktal tahlilda muhim sistematik omillardan biri chegara effekti hisoblanadi. Tadqiqot hududi chegaralangan bo'lgani sababli yoriqlar orasidagi masofalarni hisoblashda chegaraga yaqin nuqtalar statistik natijalarga ta'sir qiladi. Natijada korrelyatsion o'lcham qiymati haqiqiy qiymatdan og'ishi mumkin [5]. Bundan tashqari, yoriqlar tizimining anizotropik xarakterga ega bo'lishi ham statistik baholash natijalariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Kichik masofalarda korrelyatsion o'lcham qiymati ma'lumotlar sonining yetarli emasligi sababli noto'g'ri baholanishi mumkin. Minimal kritik masofa quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$r_{min} = 2R \cdot \left(\frac{1}{N}\right)^{1/D} \quad (6)$$

bu yerda:

R – tadqiqot hududining radiusi;

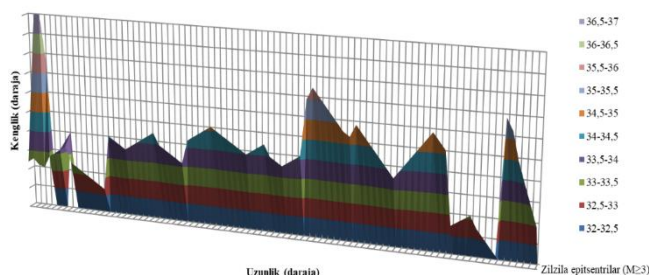
N – kuzatilgan nuqtalar soni;

D – fazoning o'lchami.

Mazkur formula kichik masofalarda statistik ma'lumotlarning yetarli darajada "to'ldirilmaganligi" natijasida yuzaga keladigan xatoliklarni baholash imkonini beradi. Agar kuzatilgan nuqtalar soni kam bo'lsa, kichik masofalarda fraktal o'lcham qiymati pasayadi va real strukturaviy xususiyatlarni

to'liq aks ettirmaydi.

Shuningdek, yer yoriqlari koordinatalarini aniqlashdagi instrumental xatoliklar ham korrelyatsion o'lchamga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Bunday xatoliklar kichik masshtabdagi strukturaviy elementlarning sun'iy ravishda tarqalib ketishiga olib keladi. Natijada yoriqlar tizimining fazoviy murakkabligi ortiqcha baholanishi mumkin.



1-rasm. Zilzila epitsentrlarining kenglik va uzunlik koordinatalari bo'yicha makoniy taqsimlanishi.

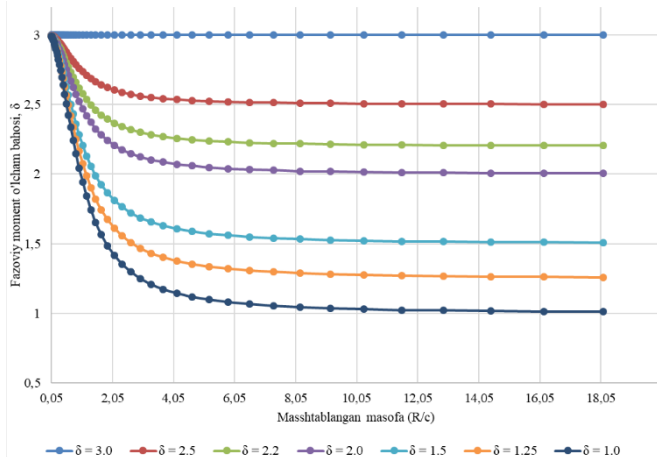
Tadqiqot davomida yuqoridagi sistematik omillarni kamaytirish maqsadida statistik filtrlash, masshtab chegaralarini tanlash va fraktal parametrlarni optimallashtirish usullaridan foydalanildi. Bu esa yer yoriqlarining makon va chuqurlik bo'yicha taqsimlanish xususiyatlarini yanada aniqroq baholash imkonini berdi.

Zilzila epitsentrlarini aniqlashdagi xatoliklar. Yer yoriqlari va zilzila epitsentrlarining makoniy taqsimlanishini o'rganishda eng muhim omillardan biri kuzatuv ma'lumotlarining aniqlik darajasi hisoblanadi. Epitsentr va gipotsentr koordinatalarini aniqlashdagi xatoliklar korrelyatsion o'lcham qiymatiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, kichik masofalarda joylashgan zilzila hodisalarida koordinatalar aniqligining pasayishi natijasida makoniy taqsimlanish sun'iy ravishda kengayib ko'rinishi mumkin.

Zilzila koordinatalarini aniqlashdagi xatoliklar odatda seysmik stansiyalar joylashuvi, kuzatuv tarmog'ining zichligi hamda hisoblash algoritm-larining aniqligi bilan bog'liq bo'ladi. Agar kuzatuv stansiyalari ma'lum hududlarda notekis joylashgan bo'lsa, epitsentrlarning fazoviy taqsimlanishi ham notekis shakllanadi. Natijada ayrim hududlarda seysmik hodisalar yuqori zichlikda, ayrim hududlarda esa kam qayd etilishi kuzatiladi.

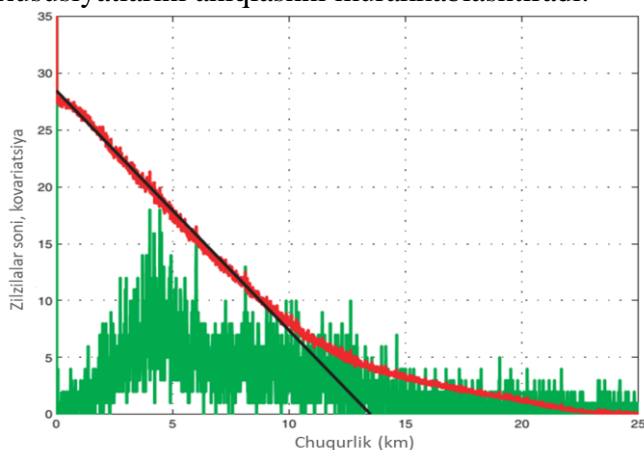
Kichik masshtablarda koordinata xatoliklari yoriqlar va zilzila epitsentrlarining haqiqiy struk-

turaviy joylashuvini buzib ko'rsatishi mumkin. Bu holat ayniqsa klasterlashgan seysmik zonalarda yaqqol namoyon bo'ladi. Bunday vaziyatda statistik tahlil natijasida korrelyatsion o'lcham qiymati ortiqcha baholanishi yoki sun'iy ravishda kamayishi mumkin.



2-rasm. Masshtablangan masofa o'zgarishiga bog'liq holda fazoviy moment o'lchami qiymatlarining taqsimlanishi.

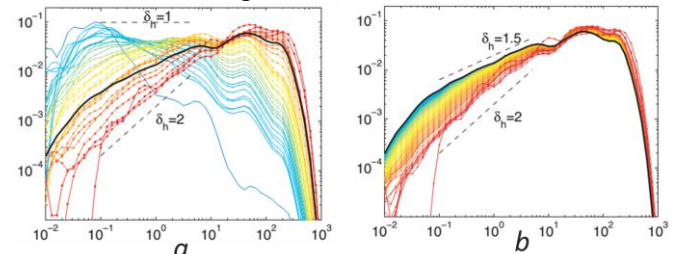
Ikki o'lchovli fazoda epitsentrlarning joylashuvini tahlil qilishda koordinata xatoliklari asosan kenglik va uzunlik bo'yicha kuzatiladi. Uch o'lchovli fazoda esa bunga qo'shimcha ravishda chuqurlik bo'yicha aniqlik xatoliklari ham ta'sir ko'rsatadi. Chuqurlik parametrining noaniqligi gipotsentrlarning vertikal taqsimlanishini buzadi va seysmik jarayonlarning haqiqiy strukturaviy xususiyatlarini aniqlashni murakkablashtiradi.



3-rasm. Zilzilalarning chuqurlikka bog'liq taqsimoti va chuqurlik korrelyatsiya funksiyasi.

Shuningdek, makoniy proyeksiya effekti ham statistik natijalarga sezilarli ta'sir qiladi. Yer

yoriqlari va seysmik hodisalar ma'lum tektonik zonalar bo'ylab yo'nalganligi sababli ularning fazoviy taqsimlanishi anizotropik xarakterga ega bo'ladi. Bu holat ikki o'lchovli proyeksiyada ayrim strukturaviy elementlarning zichroq yoki cho'zilgan shaklda aks etishiga olib keladi.



4-rasm. Zilzila juft korrelyatsiya funksiyasining log-log masshtabdagi taqsimlanishi - turli fraktal o'lcham ko'rsatkichlari bilan taqqoslash.

a - $\delta_h = 1$ va $\delta_h = 2$ mos yozuvlar chiziqlari bilan; ko'k-sariq-qizil rangli ko'plab egri chiziqlar va qalin qora o'rtacha chiziq; b - $\delta_h = 1.5$ va $\delta_h = 2$ mos yozuvlar chiziqlari bilan; bir-biriga yaqin, zich to'plangan egri chiziqlar va qalin qora o'rtacha chiziq.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, koordinata aniqligidagi xatoliklar kichik masofalarda kuchliroq namoyon bo'lib, katta masshtablarda ularning ta'siri nisbatan kamayadi. Shu sababli korrelyatsion o'lchamni aniqlashda statistik filtrlash, minimal masofa chegaralarini tanlash hamda ma'lumotlarni optimallashtirish usullaridan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

Mazkur omillarni hisobga olish yer yoriqlari va zilzila epitsentrlarining makoniy hamda chuqurlik bo'yicha taqsimlanish qonuniyatlarini aniqlash imkonini beradi.

Xulosa. Mazkur tadqiqot ishida yer yoriqlarining makon va chuqurlik bo'yicha taqsimlanish xususiyatlari fraktal hamda statistik tahlil usullari asosida o'rganildi. Tadqiqot natijalari yer yoriqlari va zilzila epitsentrlarining fazoviy joylashuvi murakkab strukturaviy-geodinamik tizim ekanligini hamda ularning taqsimlanishi o'z-o'ziga o'xshash fraktal xususiyatlarga ega ekanligini ko'rsatdi. Tahlillar davomida yoriqlar tizimining klasterlashish darajasi, makoniy zichligi va chuqurlik bo'yicha tarqalishi tektonik kuchlanish maydonlari hamda seysmik faollik bilan chambarchas bog'liqligi aniqlandi. Ayrim hududlarda epitsentrlarning yuqori zichlikda joylashuvi faol tektonik zonalarning mavjudligini va geodinamik jarayonlarning notekis rivojlanishini ifodalashi qayd etildi.

Shuningdek, korrelyatsion o'lchamni aniqlashda koordinata xatoliklari, chegara effekti, statistik tanlanma hajmi va makoniy proyeksiya omillari sezilarli ta'sir ko'rsatishi aniqlandi. Ayniqsa, kichik masshtablarda koordinatalar aniqligining pasayishi fraktal parametrlarning sun'iy ravishda o'zgarishiga olib kelishi mumkinligi kuzatildi. Shu sababli statistik filtrlash, masshtab parametrlarini optimallashtirish va ma'lumotlarni

tizimli qayta ishlash usullaridan foydalanish yer yoriqlarining makoniy hamda chuqurlik bo'yicha taqsimlanish qonuniyatlarini aniqroq baholash imkonini berdi. Olingan natijalar seysmik xavf zonalarini aniqlash, hududlarning geodinamik holatini baholash va tektonik jarayonlarni chuqurroq o'rganishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Aki, K., & Richards, P. G. (2002). *Quantitative seismology* (2nd ed.). University Science Books.
- [2] Aviles, C. A., Scholz, C. H., & Boatwright, J. (1987). Fractal analysis applied to characteristic segments of the San Andreas Fault. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 92(B1), 331–344. <https://doi.org/10.1029/JB092iB01p00331>
- [3] Grassberger, P., & Procaccia, I. (1983). Characterization of strange attractors. *Physical Review Letters*, 50(5), 346–349. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.50.346>
- [4] Hauksson, E., & Shearer, P. (2005). Southern California hypocenter relocation with waveform cross-correlation. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 95(3), 896–903. <https://doi.org/10.1785/0120040167>
- [5] Kagan, Y. Y. (1991). Fractal dimension of brittle fracture. *Journal of Nonlinear Science*, 1(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/BF01209146>
- [6] Kagan, Y. Y. (2007). Simplified algorithms for calculating double-couple rotation. *Geophysical Journal International*, 171(1), 411–418. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2007.03538.x>
- [7] Kagan, Y. Y., & Knopoff, L. (1980). Spatial distribution of earthquakes: The two-point correlation function. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 62(2), 303–320. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1980.tb04857.x>
- [8] Mandelbrot, B. B. (1983). *The fractal geometry of nature*. W. H. Freeman and Company.
- [9] Okubo, P. G., & Aki, K. (1987). Fractal geometry in the San Andreas Fault system. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 92(B1), 345–355. <https://doi.org/10.1029/JB092iB01p00345>
- [10] Robertson, M. C., Sammis, C. G., Sahimi, M., & Martin, A. J. (1995). Fractal analysis of three-dimensional spatial distributions of earthquakes with a percolation interpretation. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 100(B1), 609–620. <https://doi.org/10.1029/94JB02463>
- [11] Sornette, D. (2004). *Critical phenomena in natural sciences: Chaos, fractals, self-organization and disorder* (2nd ed.). Springer.
- [12] Turcotte, D. L. (1997). *Fractals and chaos in geology and geophysics* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- [13] Wiemer, S., & Wyss, M. (2000). Minimum magnitude of completeness in earthquake catalogs: Examples from Alaska, the western United States, and Japan. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 90(4), 859–869. <https://doi.org/10.1785/0119990114>

Maqolaga iqtibos keltirish | Как цитировать статью | How to cite this article

Dononov, J. U. (2026). Yer yoriqlarining makon va chuqurlik bo'yicha taqsimlanish xususiyatlari. *Sanoatda raqamli texnologiyalar*, 4(2). <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.4.2.2026.19>
