RADON PREKURSORLARI ASOSIDA ZILZILA EPITSENTRNI BAHOLASH

Botirova Mavluda To‘xtasin qizi
Andijon davlat pedagogika instituti
Matematika va informatika kafedrasi o’qituvchisi

Annotatsiya: Ushbu tezisda radon kabi geofizik prekursorlardan foydalanilganda zilzila epitsentr koordinatalarini baholashning matematik modeli taklif etiladi. Usulning asosiy afzalligi - turli monitoring stansiyalaridan olingan ma’lumotlarni yagona koordinata tizimida birlashtirish va natijaning aniqligini statistik jihatdan baholash imkoniyatidir.

Kalit so‘zlar: zilzila, epitsentr, gipotsentr, geografik kenglik, geografik uzunlik, koordinata, seysmik stansiya, radon, prekursor, nazorat kartasi, statistik anomaliya, og‘irlik koeffitsienti.

Abstract. This paper proposes a mathematical model for estimating earthquake epicenter coordinates using geophysical precursors such as radon. The main advantage of the proposed method lies in its ability to integrate data obtained from multiple monitoring stations into a unified coordinate system and to statistically assess the accuracy of the resulting estimates.

Keywords: earthquake, epicenter, hypocenter, geographic latitude, geographic longitude, coordinates, seismic station, radon, precursor, control chart, statistical anomaly, weighting coefficient.

Аннотация. В данной работе предлагается математическая модель оценки координат эпицентра землетрясения на основе использования геофизических предвестников, таких как радон. Основное преимущество предлагаемого метода заключается в возможности объединения данных, полученных с различных станций мониторинга, в единой системе координат и статистической оценки точности полученных результатов.

Ключевые слова: землетрясение, эпицентр, гипоцентр, географическая широта, географическая долгота, координаты, сейсмическая станция, радон, предвестник, контрольная карта, статистическая аномалия, весовой коэффициент.

Zilzila oldidan radon konsentratsiyasining anomal o‘zgarishi geofizik monitoringda o‘rganiladigan mumkin bo‘lgan prekursorlardan biridir. Bir nechta radon stansiyalarida kuzatilgan anomal qiymatlarni taqqoslash orqali anomal zonaning markazini baholash mumkin. Bunda nazorat kartasining yuqori nazorat chegarasi UCL asosiy statistik mezon sifatida olinadi.

Agar i-stansiyada radonning R_i qiymati UCL dan katta bo‘lsa, uning anomal ta’sirini quyidagi og‘irlik bilan ifodalash mumkin:

Shunda epitsentrning baholangan koordinatalari stansiyalar koordinatalarining og‘irliklangan o‘rtachasi orqali aniqlanadi:

bu yerda $\sum w_i = 1$ Geografik koordinatalar bilan ishlaganda x va y o‘rniga mos ravishda uzunlik va kenglikdan foydalanish mumkin, biroq katta hududlar uchun sferik geometriyani hisobga olish kerak.

Shewhart nazorat kartasi bilan bog‘lash

Radon qatorining odatiy, nisbatan sokin davridagi o‘rtacha qiymati μ va standart og‘ishi σ baholanadi. Qisqa muddatli jiddiy anomal holatlarni aniqlash uchun Shewhart nazorat kartasining uch sigma chegarasi:

Agar $R(t) > UCL$ bo‘lsa, kuzatuv anomal signal sifatida qayd qilinadi. Tahlilda tabiiy past seysmiklik davrini tayanch holat sifatida olish va nazorat chegaralarini mahalliy monitoring ma’lumotlari asosida kalibrlash maqsadga muvofiq.

Bir nechta stansiyada bir vaqtning o‘zida yoki yaqin vaqt oralig‘ida kuzatilgan anomal qiymatlar yagona hududiy signal sifatida qaralishi mumkin. Bunday yondashuv bitta stansiyadagi tasodifiy o‘zgarish bilan hududiy geofizik signalni farqlashga yordam beradi.

Epitsentr koordinatalarini aniqlash algoritmi

1) Monitoring stansiyalarining geografik koordinatalari (φ_i, λ_i) aniqlanadi.

2) Har bir stansiyadan radon yoki boshqa prekursor bo‘yicha vaqt qatori shakllantiriladi.

3) Tayanch davr uchun μ va σ baholanadi va $UCL = \mu + 3\sigma$ hisoblanadi.

4) UCL dan oshgan qiymatlar anomal kuzatuvlar sifatida ajratiladi.

5) Har bir anomal stansiya uchun wi og‘irlik koeffitsienti hisoblanadi.

6) Og‘irliklangan koordinatalar orqali anomal markazning dastlabki holati baholanadi.

7) Zarur bo‘lsa, seysmik stansiyalardan olingan masofa va kelish vaqti ma’lumotlari bilan geometrik lokatsiya aniqlashtiriladi.

8) Yakuniy epitsentr koordinatalari φ_e va λ_e xatolik intervali bilan beriladi.

Natijaning aniqligini baholash

Epitsentr koordinatalarini aniqlashda faqat bitta hisoblangan nuqtani berish yetarli emas. Natijaning ishonchliligini baholash uchun stansiyalar soni, ularning hudud bo‘yicha joylashuvi, o‘lchash xatoliklari va anomal signalning kuchi hisobga olinishi kerak. Agar bir nechta mustaqil usul - masalan, seysmik vaqtlar bo‘yicha triangulyatsiya va radon anomal zonasi markazi bir-biriga yaqin koordinatalarni bersa, natijaning ishonchliligi oshadi. Aksincha, koordinatalar keskin farq qilsa, prekursorning hududiy tarqalishi, stansiyalar zichligi va tashqi omillar qayta tekshirilishi lozim.

Epitsentr uchun amaliy natija quyidagi ko‘rinishda berilishi mumkin:

Bu yerda φ_0 va λ_0 — baholangan koordinatalar, Δφ va Δλ — mos ravishda kenglik va uzunlik bo‘yicha noaniqliklar.

Muhokama: Radon monitoringi kabi prekursorlar zilzila oldidan yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan anomal hududni baholash uchun qo‘shimcha axborot berishi mumkin.

Shu bilan birga, radon anomaliyasini bevosita zilzilaning yagona sababi yoki aniq bashoratchisi sifatida talqin qilish ilmiy jihatdan ehtiyotkorlikni talab qiladi.

Atmosfera bosimi, harorat, namlik, shamollatish, tuproq xossalari va boshqa omillar radon konsentratsiyasiga ta’sir qilishi mumkin. Shu sababli epitsentr koordinatalarini prekursor asosida baholash mustaqil seysmologik ma’lumotlar bilan tekshirilishi zarur.

Xulosa: Radon monitoringi qo‘llanilganda esa Shewhart nazorat kartasi yordamida anomal qiymatlarni ajratish, so‘ngra ularning fazoviy taqsimotini og‘irliklangan koordinatalar orqali umumlashtirish mumkin. Taklif etilgan yondashuv epitsentrning dastlabki koordinatalarini baholash uchun statistik-geometrik model sifatida qaraladi. Uning amaliy samaradorligi mahalliy tarixiy monitoring ma’lumotlari, seysmik kataloglar va mustaqil lokatsiya natijalari asosida tekshirilishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Aki K., Richards P. G. Quantitative Seismology. 2nd ed.- Sausalito, CA: University Science Books, 2002. - 700 p.
2. Shearer P. M. Introduction to Seismology. 3rd ed. — Cambridge: Cambridge University Press, 2019. - 442 p. - DOI: 10.1017/9781316877111.
3. Bormann P. (ed.). New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP-2). - Potsdam: Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ; IASPEI, 2012. — DOI: 10.2312/GFZ.NMSOP-2.
4. Montgomery D. C. Introduction to Statistical Quality Control. 8th ed. - Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2020. - 768 p.
5. International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior (IASPEI). New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP-2) [Elektron resurs]. - URL: https://doi.org/10.2312/GFZ.NMSOP-2(murojaat sanasi: 09.10.2026).
6. Mai P. M., Spudich P., Boatwright J. Hypocenter locations in finite-source rupture models // Bulletin of the Seismological Society of America. - 2005. - Vol. 95, No. 3. - P. 965-980. - DOI: 10.1785/0120040111.

7. International Atomic Energy Agency (IAEA). The Environmental Behaviour of Radium: Revised Edition. - Vienna: IAEA. - Technical Reports Series No. 484. - URL: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/D484_web.pdf.