WORLD FORUM ON ACADEMIC INNOVATION AND DIGITAL LITERACY

ZILZILA EPISENTRINING GEOGRAFIK KOORDINATALARINI ANIQLASHNING STATISTIK VA GEOMETRIK USULLARI HAQIDA

Botirova Mavluda To‘xtasin qizi

Andijon davlat pedagogika instituti

matematika va informatika kafedrasi o’qituvchisi

Annotatsiya: Mazkur maqolada zilzila epitsentrining geografik koordinatalarini aniqlash masalasi ko‘rib chiqiladi. Epitsentr - zilzila o‘chog‘i (gipotsentr)ning Yer yuzasidagi proyeksiyasi bo‘lib, uning o‘rnini aniqlash seysmologik monitoringning muhim vazifalaridan biridir. Maqolada geografik kenglik va geografik uzunlik tushunchalari, seysmik stansiyalardan olingan ma’lumotlar asosida epitsentrni aniqlashning aylana kesishmalari usuli hamda bir nechta stansiyadagi anomal ko‘rsatkichlarni og‘irliklar orqali birlashtirish usuli bayon qilinadi.

Kalit so‘zlar: zilzila, epitsentr, geografik koordinatalar, geografik kenglik, geografik uzunlik, seysmik stansiya, seysmik monitoring, aylana kesishmalari usuli, Haversine formulasi, sferik masofa, statistik baholash, o‘lchash xatoligi.

Аннотация. В данной работе рассматриваются математико-геометрические методы определения географических координат эпицентра землетрясения. На основе географических координат сейсмических станций и расстояний до эпицентра описывается геометрическая модель оценки местоположения эпицентра землетрясения. Рассматривается определение координат эпицентра методом пересечения окружностей в плоской модели, а также вычисление географических расстояний с помощью формулы гаверсинуса с учётом сферической формы поверхности Земли для больших территорий. Кроме того, обосновывается необходимость статистической оценки координат эпицентра в условиях наличия погрешностей сейсмических измерений.

Ключевые слова: землетрясение, эпицентр, географические координаты,



географическая широта, географическая долгота, сейсмическая станция, сейсмический мониторинг, метод пересечения окружностей, формула гаверсинуса, сферическое расстояние, статистическая оценка, погрешность измерения.

Abstract. This paper considers mathematical and geometric methods for determining the geographical coordinates of an earthquake epicenter. A geometric model for estimating the location of the earthquake epicenter is described based on the geographical coordinates of seismic stations and their distances from the epicenter. The determination of epicenter coordinates using the circle intersection method in a planar model is considered, along with the calculation of geographical distances using the Haversine formula, taking into account the spherical shape of the Earth over large areas. In addition, the necessity of statistical estimation of epicenter coordinates in the presence of seismic measurement errors is substantiated.

Keywords: earthquake, epicenter, geographical coordinates, geographical latitude, geographical longitude, seismic station, seismic monitoring, circle intersection method, Haversine formula, spherical distance, statistical estimation, measurement error.

Kirish: Zilzilalarni monitoring qilish va ularning asosiy parametrlarini aniqlash zamonaviy geofizikaning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Zilzilaning kuchi, vaqti, chuqurligi hamda epitsentr koordinatalarini imkon qadar tez va ishonchli aniqlash favqulodda vaziyatlarni baholash, xavfni kamaytirish va geodinamik jarayonlarni o‘rganishda katta ahamiyatga ega.

Zilzila o‘chog‘i yer qa’rida joylashgan gipotsentr bilan tavsiflanadi. Gipotsentrning yer yuzasidagi vertikal proyeksiyasi epitsentr deb ataladi. Epitsentrning geografik holati odatda geografik kenglik φ va geografik uzunlik λ bilan ifodalanadi:

Bu yerda φe — epitsentrning geografik kengligi, λe — geografik uzunligi.



Mazkur ikki kattalik epitsentrning Yer yuzasidagi joylashuvini yagona tarzda aniqlash imkonini beradi.

Geografik koordinatalar tizimi: Geografik kenglik ekvatordan shimolga yoki janubga bo‘lgan burchak masofani bildiradi. U 0° dan 90° gacha shimoliy kenglik (N) yoki janubiy kenglik (S) sifatida beriladi. Geografik uzunlik esa boshlang‘ich meridiandan sharqqa yoki g‘arbga bo‘lgan burchak masofa bo‘lib, 0° dan 180° gacha sharqiy (E) yoki g‘arbiy (W) uzunlik bilan ifodalanadi.

Seysmologik hisob-kitoblarda koordinatalarni o‘nlik daraja ko‘rinishida ifodalash qulay:

Bu formulada d — gradus, m — minut, s — sekund. Masalan,$40° 30′ 00″ = 40.5000°$.

Epitsentrni aniqlashning geometrik mohiyati: Agar zilzila bir nechta seysmik stansiya tomonidan qayd etilgan bo‘lsa, stansiyalargacha bo‘lgan masofalarni baholash orqali epitsentr koordinatalarini aniqlash mumkin. Soddalashtirilgan tekislik modelida i-stansiya koordinatalari (x_i, y_i), epitsentr koordinatalari esa (x_e, y_e) bo‘lsin. U holda masofa:

Agar kamida uchta stansiyadan masofa ma’lum bo‘lsa, tegishli aylana tenglamalari tuziladi. Ideal holatda ushbu aylanalarning umumiy kesishish nuqtasi epitsentrni beradi. Amaliy o‘lchovlarda xatolik mavjudligi sababli aylana kesishmalari bitta nuqtada mos kelmasligi mumkin. Bunday holatda eng kichik kvadratlar yoki boshqa optimallashtirish usullari qo‘llanadi.

Sferik yer yuzasida masofani hisoblash: Katta hududlarda yer yuzasini tekislik sifatida qarash xatolik keltirib chiqarishi mumkin. Shuning uchun geografik koordinatalarda ikki nuqta orasidagi katta doira masofasini hisoblash maqsadga muvofiq. φ_1, λ_1 va φ_2, λ_2 koordinatali ikki nuqta uchun haversine formulasi:

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1, \Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$$

Bu yerda R — Yer radiusi, c — markaziy burchak, r — ikki nuqta orasidagi sferik masofa. Hisoblashda barcha burchaklar radianlarda olinadi. Amaliy seysmologik dasturlarda sferik yoki ellipsoid Yer modeli qo‘llanishi maqsadga muvofiq.

Xulosa: Epitsentrning geografik koordinatalarini aniqlash zilzila parametrlarini baholashning asosiy bosqichlaridan biridir. Geografik kenglik va uzunlik epitsentrning yer yuzasidagi o‘rnini aniq ifodalash imkonini beradi. Bir nechta stansiya ma’lumotlari aylana kesishmalari, triangulyatsiya yoki optimallashtirish usullari orqali birlashtirilishi mumkin.

Epitsentr koordinatalarini aniqlash masalasida geografik koordinatalar tizimi va statistik nazorat usullarini birlashtirish ikki xil axborot manbasidan foydalanish imkonini beradi. Seysmik ma’lumotlar zilzila sodir bo‘lganidan keyingi lokatsiyani aniqlashda kuchli vosita bo‘ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Aki K., Richards P.G. Quantitative Seismology. 2nd ed. – Sausalito: University Science Books, 2002. – 700 p.uscibooks.aip.org
2. Shearer P.M. Introduction to Seismology. 3rd ed. – Cambridge: Cambridge University Press, 2019.assets.cambridge.org
3. Bormann P. (Ed.). New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP-2). – Potsdam: Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ; IASPEI, 2012. – DOI: 10.2312/GFZ.NMSOP-2.gfzpublic.gfz.de
4. Havskov J., Bormann P., Schweitzer J. Seismic Source Location // Bormann P. (Ed.). New Manual of Seismological Observatory Practice 2 (NMSOP-2). – Potsdam: Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, 2012. – P. 1–36. – DOI: 10.2312/GFZ.NMSOP-2_IS_11.1.gfzpublic.gfz.de
5. Bormann P. (Ed.). New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP-2). – Potsdam: IASPEI, GFZ German Research Centre for Geosciences, 2012. –

DOI: 10.2312/GFZ.NMSOP-2.

6. U.S. Geological Survey (USGS). Earthquake Hazards Program. Earthquake Catalog and Seismic Monitoring Materials. – U.S. Geological Survey. – Elektron manba: USGS Earthquake Hazards Program.
7. International Atomic Energy Agency (IAEA). Protection of Workers Against Exposure Due to Radon. IAEA Safety Standards Series No. SSG-91. – Vienna: International Atomic Energy Agency, 2024.