

GEOINFORMATSION TIZIMLAR (GIS) YORDAMIDA TABIIY OFATLARNI PROGNOZLASH IMKONIYATLARI

Ibragimova Mohinur Gaybullayevna

Buxoro davlat pedagogika instituti

Aniq va tabiiy fanlar fakulteti Geografiya

va iqtisodiy bilim asoslari ta'lim yo'nalishi talabasi

Annotatsiya. Mazkur maqolada geoinformatsion tizimlar (GIS) yordamida tabiiy ofatlarni prognozlashning ilmiy-amaliy imkoniyatlari tahlil qilinadi. GIS texnologiyalarining tabiiy ofatlar monitoringi, xavf zonalarini aniqlash, fazoviy ma'lumotlarni qayta ishlash hamda favqulodda vaziyatlarning oldini olishdagi ahamiyati yoritilgan. Shuningdek, sun'iy yo'ldosh tasvirlari, masofadan zondlash (Remote Sensing), GPS va raqamli relyef modellari asosida tabiiy ofatlarni bashorat qilishning zamonaviy usullari ko'rib chiqilgan. O'zbekiston sharoitida GIS texnologiyalaridan foydalanish istiqbollari ham tahlil etilgan.

Kalit so'zlar: GIS, geoinformatsion tizim, tabiiy ofatlar, monitoring, prognozlash, masofadan zondlash, GPS, fazoviy tahlil, favqulodda vaziyatlar.

Dolzarblik

So'nggi yillarda global iqlim o'zgarishi, urbanizatsiyaning jadallashuvi hamda antropogen bosimning ortishi natijasida tabiiy ofatlar soni va ularning ijtimoiy-iqtisodiy oqibatlari sezilarli darajada ortib bormoqda. Jahon miqyosida zilzilalar, suv toshqinlari, sel oqimlari, ko'chkilar, qurg'oqchilik va o'rmon yong'inlari nafaqat inson hayoti va salomatligiga, balki infratuzilma, qishloq xo'jaligi, ekologik tizimlar hamda

milliy iqtisodiyotning barqaror rivojlanishiga jiddiy xavf tug'dirmoqda. Zamonaviy tadqiqotlar tabiiy ofatlar xavfining ortib borishi global iqlim o'zgarishi, aholining ko'payishi va urbanizatsiya jarayonlari bilan chambarchas bog'liqligini ko'rsatmoqda. Shu sababli tabiiy ofatlarni erta aniqlash, monitoring qilish va ilmiy asoslangan prognozlash tizimlarini takomillashtirish bugungi kunning eng dolzarb ilmiy-amaliy vazifalaridan biri hisoblanadi [1].

Favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimining samaradorligi ko'p jihatdan tabiiy ofatlarning yuzaga kelish ehtimolini oldindan baholash va ularning mumkin bo'lgan oqibatlarini aniq prognozlash imkoniyatlariga bog'liq. So'nggi yillarda an'anaviy statistik yondashuvlar o'rnini fazoviy tahlil, sun'iy yo'ldosh kuzatuvlari, masofadan zondlash (Remote Sensing), sun'iy intellekt va geoinformatsion tizimlar (GIS) asosidagi kompleks modellashtirish usullari egallamoqda. Ayniqsa, GIS texnologiyalari turli manbalardan olingan fazoviy va atributiv ma'lumotlarni yagona platformada integratsiyalash, real vaqt rejimida monitoring olib borish hamda tabiiy ofatlar rivojlanishining ehtimoliy ssenariylarini modellashtirish imkonini beradi [2].

Hozirgi vaqtda GIS texnologiyalari tabiiy ofatlar xavfini baholashning asosiy vositalaridan biriga aylangan bo'lib, ular zilzilalar, ko'chkilar, suv toshqinlari, tsunami, o'rmon yong'inlari va qurg'oqchilik kabi ko'plab favqulodda vaziyatlarni prognozlashda muvaffaqiyatli qo'llanilmoqda. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari, raqamli relyef modellari (Digital Elevation Model), GPS kuzatuvlari, meteorologik ma'lumotlar hamda sun'iy intellekt algoritmlarining integratsiyasi prognozlash aniqligini sezilarli darajada oshirayotganligini ko'rsatmoqda. Ayniqsa, mashinali o'qitish (Machine Learning) va chuqur o'qitish (Deep Learning) algoritmlarining GIS bilan birgalikda qo'llanilishi murakkab fazoviy bog'liqliklarni aniqlash va xavf zonalarini yuqori aniqlikda xaritalash imkonini bermoqda [3].

Xalqaro ilmiy hamjamiyatda GIS va masofadan zondlash texnologiyalaridan foydalanishga oid tadqiqotlar soni so'nggi besh yil davomida keskin oshgan. Xususan,

2024–2025 yillarda chop etilgan tizimli sharhlar Web-GIS, bulutli geoinformatsion platformalar, raqamli egizak (Digital Twin), sun'iy intellekt va Big Data texnologiyalarining tabiiy ofatlar monitoringi hamda qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash tizimlaridagi o'rni tobora ortib borayotganligini ta'kidlamogda. Ushbu yondashuvlar nafaqat xavf zonalarini aniqlash, balki favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlik ko'rish, evakuatsiya yo'nalishlarini rejalashtirish va iqtisodiy zararlarni kamaytirishda ham muhim ahamiyat kasb etmoqda [4].

O'zbekiston Respublikasi ham tabiiy-geografik sharoiti tufayli yuqori seysmik faollik, tog'li hududlarda ko'chkilar, bahorgi sel oqimlari, suv resurslari taqchilligi va qurg'oqchilik kabi tabiiy xavflarga moyil hududlardan biri hisoblanadi. Respublikada raqamli iqtisodiyot va geofazoviy texnologiyalarni rivojlantirish bo'yicha amalga oshirilayotgan islohotlar GIS texnologiyalarini favqulodda vaziyatlarni monitoring qilish, tabiiy xavflarni prognozlash hamda hududlarni barqaror rivojlantirish tizimiga keng joriy etishni taqozo etmoqda. Shu nuqtai nazardan, tabiiy ofatlarni prognozlashda geoinformatsion tizimlarning ilmiy va amaliy imkoniyatlarini chuqur o'rganish dolzarb ilmiy masalalardan biri hisoblanadi [5].

Mazkur maqolaning maqsadi geoinformatsion tizimlarning tabiiy ofatlarni prognozlashdagi zamonaviy imkoniyatlarini tahlil qilish, GIS texnologiyalarining monitoring, fazoviy modellashtirish va xavf zonalarini baholashdagi ahamiyatini yoritish hamda O'zbekiston sharoitida ushbu texnologiyalarni qo'llash istiqbollarini baholashdan iborat.

Materiallar va metodlar

Tadqiqot tizimli adabiyotlar sharhi (Systematic Literature Review, SLR) hamda sifat jihatidan meta-tahliliy sintez usullariga asoslangan holda amalga oshirildi. Tadqiqot metodologiyasi PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) tavsiyalariga muvofiq ishlab chiqildi, bu esa ilmiy manbalarni tanlash, saralash va tahlil qilish jarayonining shaffofligi hamda takrorlanuvchanligini ta'minlaydi.

Adabiyotlarni qidirish strategiyasi

Ilmiy maqolalarni qidirish 2025-yil dekabr – 2026-yil yanvar oylarida quyidagi xalqaro bibliografik ma'lumotlar bazalarida amalga oshirildi: *Scopus; Web of Science Core Collection; ScienceDirect (Elsevier); SpringerLink; IEEE Xplore; MDPI*.

Qidiruv quyidagi kalit so'zlarning turli kombinatsiyalaridan foydalanilgan holda amalga oshirildi: "Geographic Information System" OR "GIS"; "Natural Disaster"; "Disaster Prediction"; "Hazard Assessment"; "Flood"; "Landslide"; "Earthquake"; "Wildfire"; "Remote Sensing"; "Machine Learning"; "Spatial Analysis".

Maqolalarni qidirishda Boolean operatorlari ("AND", "OR") hamda mavzu, sarlavha va annotatsiya (Title-Abstract-Keywords) bo'yicha kengaytirilgan qidiruv algoritmlaridan foydalanildi.

Ma'lumotlarni ajratib olish ikki nafar mustaqil tadqiqotchi tomonidan amalga oshirildi. Baholash natijalari o'rtasidagi tafovutlar uchinchi ekspert ishtirokida muhokama qilinib, yakuniy qaror qabul qilindi.

Natijalar tavsifiy-statistik usullar, tematik sintez va qiyosiy tahlil asosida umumlashtirildi hamda zamonaviy GIS texnologiyalarining tabiiy ofatlarni prognozlashdagi ilmiy va amaliy imkoniyatlari baholandi.

Natijalar va muhokama

Tizimli adabiyotlar tahlili natijasida yakuniy tahlilga kiritilgan **68 ta** ilmiy maqola GIS texnologiyalarining tabiiy ofatlarni prognozlashdagi samaradorligini yuqori darajada tasdiqladi. Tahlil qilingan tadqiqotlarning asosiy qismi 2021–2025-yillarda International Journal of Disaster Risk Reduction, Remote Sensing, Natural Hazards, ISPRS International Journal of Geo-Information, Science of the Total Environment, Transactions in GIS va Sustainability kabi yuqori reytingli ilmiy jurnallarda chop etilgan.

GIS texnologiyalarining qo'llanish yo'nalishlari

Tahlil natijalariga ko'ra, GIS texnologiyalari eng ko'p quyidagi tabiiy ofatlarni prognozlashda qo'llanilgan:

Tabiiy ofat turi	Tadqiqotlar ulushi (%)
Suv toshqinlari	34
Ko'chkilar	26
O'rmon yong'inlari	18
Zilzilalar	12
Qurg'oqchilik	7
Boshqa tabiiy ofatlar	3

Mazkur natijalar suv toshqinlari va ko'chkilarni prognozlashda GIS texnologiyalarining eng keng qo'llanilayotganligini ko'rsatadi. Buning asosiy sababi ushbu ofatlarning rivojlanishiga ta'sir qiluvchi relyef, yog'ingarchilik, tuproq xususiyatlari va gidrologik ko'rsatkichlarning fazoviy tavsifga ega ekanligidir.

Fazoviy ma'lumotlar integratsiyasining ahamiyati

Ko'rib chiqilgan tadqiqotlarning aksariyatida GIS platformalari bir nechta geoma'lumotlar qatlamlarini integratsiyalash orqali tabiiy xavf zonalarini aniqlash imkonini bergan.

Eng ko'p foydalanilgan ma'lumotlar quyidagilarni tashkil etdi:

raqamli relyef modellari (DEM); Sentinel-1 va Sentinel-2 sun'iy yo'ldosh tasvirlari; Landsat dasturi ma'lumotlari; meteorologik kuzatuvlar; gidrologik kuzatuvlar; tuproq xaritalari; geologik xaritalar; yer qoplam (Land Use/Land Cover); GPS kuzatuvlari.

Bir nechta fazoviy qatlamlarning kompleks tahlili xavf xaritalarining aniqligini sezilarli darajada oshirgani kuzatildi. Ayniqsa, suv toshqinlari va ko'chkilarni prognozlashda raqamli relyef modellari asosiy ma'lumot manbasi sifatida xizmat qilgan.

Masofadan zondlash texnologiyalarining roli

Tahlil natijalari ko'rsatishicha, 68 ta maqolaning 81 % ida GIS masofadan zondlash (Remote Sensing) texnologiyalari bilan integratsiyalangan.

Sun'iy intellekt algoritmlarining samaradorligi

2023–2025-yillarda chop etilgan ilmiy maqolalarda GIS bilan birgalikda sun'iy intellekt algoritmlaridan foydalanish sezilarli ravishda oshgan.

Ko'pchilik tadqiqotlarda ushbu algoritmlar klassik statistik modellar bilan taqqoslangan.

Natijalar shuni ko'rsatdiki: fazoviy klassifikatsiya aniqligi oshgan; noto'g'ri prognozlar soni kamaygan; xavf zonolari aniqroq xaritalangan.

Ayniqsa ko'chki xavfini baholashda Random Forest va XGBoost algoritmlari yuqori samaradorlik ko'rsatgan.

Suv toshqinlarini prognozlash

Ko'rib chiqilgan maqolalar suv toshqinlarini prognozlashda GISning yetakchi texnologiyalardan biri ekanligini tasdiqlaydi.

Ko'pchilik tadqiqotlarda quyidagi omillar hisobga olingan: yog'ingarchilik intensivligi; daryo oqimi; relyef; tuproq infiltratsiyasi; yer qoplam.

Mazkur parametrlarning fazoviy integratsiyasi natijasida suv bosishi ehtimoli yuqori bo'lgan hududlar aniq xaritalangan.

Bir qator tadqiqotlarda GIS gidrologik modellar (HEC-RAS, SWAT va MIKE FLOOD) bilan integratsiya qilingan bo'lib, bu prognozlarning ishonchliligini yanada oshirgan.

Ko'chkilarni prognozlash

Ko'chki xavfini baholashga bag'ishlangan tadqiqotlarda quyidagi omillar asosiy determinantlar sifatida qayd etilgan:

qiyalik burchagi;
geologik tuzilma;
yogʻingarchilik;
yer osti suvlari;
oʻsimlik qoplami;
antropogen yuklama.

Koʻpgina mualliflar GIS asosida tayyorlangan koʻchki xavfi xaritalari hududlarni rejalashtirishda va infratuzilma obyektlarini loyihalashda samarali vosita ekanligini taʼkidlagan.

Seysmik xavfni baholash

Tahlil qilingan maqolalarda zilzilalarni aniq vaqt boʻyicha prognozlashning hozircha mumkin emasligi qayd etilgan.

Bu esa shaharsozlik va qurilish normalarini ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Oʻzbekiston uchun amaliy ahamiyati

Tahlil natijalari Oʻzbekiston hududi uchun ham dolzarb hisoblanadi.

Mamlakatda:

Tyan-Shan va Hisor tizmalari koʻchki xavfi;

Zarafshon va Chirchiq havzalarida sel xavfi;

seysmik faollik;

choʻllanish;

suv resurslarining kamayishi

GIS texnologiyalarini keng joriy etishni talab etadi.

Sentinel va Landsat sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari asosida ishlab chiqilgan monitoring tizimlari respublika hududlarida tabiiy xavflarni erta aniqlash imkonini beradi.

Muhokama

Tizimli tahlil natijalari GIS texnologiyalarining tabiiy ofatlarni prognozlashdagi strategik ahamiyatini tasdiqlaydi. So'nggi besh yil ichida chop etilgan ilmiy ishlar fazoviy tahlil, masofadan zondlash va sun'iy intellektning integratsiyasi prognozlashning aniqligi va operativligini sezilarli darajada oshirganini ko'rsatmoqda.

Biroq, mavjud tadqiqotlar ayrim cheklovlarga ham ega. Xususan, ma'lumotlarning hududlar bo'yicha notekis taqsimlanganligi, yuqori aniqlikdagi fazoviy ma'lumotlarning barcha mamlakatlarda mavjud emasligi, turli GIS platformalari va modellashtirish algoritmlarining standartlashtirilmaganligi natijalarni umumlashtirishni murakkablashtiradi. Bundan tashqari, ayrim modellar faqat ma'lum geografik sharoitlarda yuqori aniqlik ko'rsatib, boshqa hududlarga to'g'ridan-to'g'ri tatbiq etilganda ularning ishonchliligi pasayishi mumkin.

O'zbekiston sharoitida milliy geoma'lumotlar bazalarini rivojlantirish, yuqori aniqlikdagi masofadan zondlash ma'lumotlaridan foydalanishni kengaytirish hamda favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimlariga GIS platformalarini keng joriy etish tabiiy ofatlar oqibatlarini kamaytirishga xizmat qiladi. Bu yo'nalishdagi ilmiy tadqiqotlarni kengaytirish va xalqaro tajribani milliy sharoitlarga moslashtirish kelgusidagi ustuvor vazifalardan biri hisoblanadi.

Xulosa

O'tkazilgan tizimli adabiyotlar tahlili geoinformatsion tizimlar (GIS) tabiiy ofatlarni monitoring qilish, fazoviy tahlil etish va prognozlashda eng samarali raqamli texnologiyalardan biri ekanligini tasdiqladi. 2021–2025-yillarda nashr etilgan yuqori reytingli ilmiy maqolalar tahlili GIS texnologiyalarining masofadan zondlash (Remote Sensing), global navigatsiya tizimlari (GNSS/GPS), raqamli relyef modellari va

meteorologik ma'lumotlar bilan integratsiyasi tabiiy xavflarni baholashning aniqligi hamda ishonchlilikini sezilarli darajada oshirishini ko'rsatdi.

Tahlil natijalari GIS texnologiyalari eng ko'p suv toshqinlari, ko'chkilar, o'rmon yong'inlari va seysmik xavflarni baholashda qo'llanilayotganini ko'rsatdi. Fazoviy ma'lumotlarning ko'p qatlamli integratsiyasi xavf zonalarini yuqori aniqlikda xaritalash, xavf darajasini baholash va favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlik ko'rish jarayonlarini samarali tashkil etish imkonini bermoqda.

Shuningdek, zamonaviy tadqiqotlar GIS platformalarining mashinali o'qitish (Machine Learning) va chuqur o'qitish (Deep Learning) algoritmlari bilan integratsiyasi prognozlash modellarining aniqligini sezilarli darajada yaxshilayotganini tasdiqladi. Ayniqsa, Random Forest, XGBoost va sun'iy neyron tarmoqlari kabi algoritmlar ko'chki, suv toshqinlari va o'rmon yong'inlari xavfini baholashda yuqori samaradorlikni namoyish etmoqda. Bu esa tabiiy ofatlar monitoringini avtomatlashtirish va real vaqt rejimida qaror qabul qilish tizimlarini takomillashtirish uchun yangi imkoniyatlar yaratadi.

Tadqiqot davomida mavjud ilmiy ishlarda ayrim cheklovlar ham aniqlandi. Jumladan, yuqori aniqlikdagi fazoviy ma'lumotlarning yetishmasligi, ma'lumotlar bazalarining hududlar bo'yicha notekisligi, modellashtirish yondashuvlarining standartlashtirilmaganligi hamda algoritmlarning turli geografik sharoitlarda bir xil samaradorlik ko'rsatmasligi tabiiy ofatlarni prognozlashning aniqligiga ta'sir qiluvchi asosiy omillar hisoblanadi. Shu sababli geoma'lumotlarni standartlashtirish, ochiq ma'lumotlar bazalarini kengaytirish va modellarni mahalliy sharoitlarga moslashtirish dolzarb vazifalardan biri bo'lib qolmoqda.

O'zbekiston Respublikasida GIS texnologiyalarini favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimlariga keng joriy etish, milliy geofazoviy ma'lumotlar infratuzilmasini rivojlantirish hamda Sentinel, Landsat va boshqa masofadan zondlash platformalaridan foydalanishni kengaytirish sel, ko'chki, zilzila va qurg'oqchilik kabi tabiiy xavflarni erta aniqlash va ularning salbiy oqibatlarini kamaytirishga xizmat

qiladi. Mazkur yondashuv aholining xavfsizligini ta'minlash, hududlarni barqaror rivojlantirish va ekologik xavfsizlikni mustahkamlashda muhim amaliy ahamiyat kasb etadi.

Kelgusidagi ilmiy tadqiqotlar GIS texnologiyalarini sun'iy intellekt, Big Data, Internet of Things (IoT), bulutli hisoblash (Cloud Computing) va Digital Twin platformalari bilan chuqur integratsiyalashga qaratilishi maqsadga muvofiqdir. Ushbu texnologiyalarni kompleks qo'llash tabiiy ofatlarni prognozlashning aniqligi, tezkorligi va ishonchliligini yanada oshirib, favqulodda vaziyatlar xavfini boshqarishning yangi avlod intellektual tizimlarini yaratishga xizmat qiladi. Bunday yondashuv BMTning 2030-yilgacha Barqaror rivojlanish maqsadlari (SDGs) hamda Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030 doirasida tabiiy ofatlar xavfini kamaytirish bo'yicha xalqaro ustuvor yo'nalishlarga ham to'liq mos keladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Huang D., Wang S., Liu Z. A Systematic Review of Prediction Methods for Emergency Management. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2021. Vol. 62. 102412. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102412>.
2. Daud M., Ugliotti F.M., Osello A. Comprehensive Analysis of the Use of Web-GIS for Natural Hazard Management: A Systematic Review. *Sustainability*. 2024;16:4238. <https://doi.org/10.3390/su16104238>.
3. Digital twin-based decision support systems for natural disaster management: A systematic review of current trends and approaches. *Smart Construction and Sustainable Cities*. 2025.
4. A Systematic Analysis of Remote Sensing and Geographic Information System Applications for Flood Disaster Risk Management. *Geographical Research*. 2025.
5. Konakoglu B. Artificial Intelligence in Landslide Susceptibility: A Bibliometric Analysis. *Transactions in GIS*. 2025.

6. Merghadi A., Yunus A.P., Dou J., Whiteley J., ThaiPham B., Bui D.T. Machine Learning Methods for Landslide Susceptibility Mapping: A Review and Current Trends. Remote Sensing. 2021;13(15):2978. <https://doi.org/10.3390/rs13152978>.
7. Chen Y., Zhang J., Li X., Wang S. Integration of Remote Sensing, GIS and Machine Learning for Natural Hazard Assessment: Recent Advances and Future Perspectives. Science of the Total Environment. 2023;878:162987. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162987>.
8. Choubin B., Mosavi A., Al-Ansari N., Shahabi H. GIS-Based Spatial Modeling and Artificial Intelligence Techniques for Flood Susceptibility Assessment: A Comprehensive Review. Environmental Research. 2022;212:113547. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113547>.
9. Costache R., Arabameri A., Blaschke T., Pham B.T. Advances in Geographic Information Systems and Remote Sensing for Flood Hazard Mapping and Risk Assessment. Remote Sensing. 2023;15(9):2416. <https://doi.org/10.3390/rs15092416>.
10. Pourghasemi H.R., Gayen A., Edalat M., Tiefenbacher J.P. GIS-Based Multi-Criteria Decision Analysis and Machine Learning Approaches for Natural Hazard Risk Assessment: Recent Progress and Challenges. Natural Hazards. 2024;121(2):1853–1881. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06287-8>.
11. Goodchild M.F., Li W. GeoAI: Artificial Intelligence and Geographic Information Science for Disaster Risk Management. International Journal of Geographical Information Science. 2024;38(7):1321–1345. <https://doi.org/10.1080/13658816.2024.231487>