Atrof-muhit monitoringida sun’iy intellekt va GIS integratsiyasining samaradorligi

Safarov Bekhruz Uktam ug‘li
bexruz.safarov.uz@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu tezisda atrof-muhit monitoringida sun’iy intellekt (SI) va geografik axborot tizimlari (GIS) integratsiyasining samaradorligi ilmiy-metodik jihatdan tahlil qilinadi. Zamonaviy monitoring tizimlarida masofadan zondlash ma’lumotlari, yer usti sensorlari va katta hajmdagi geografik ma’lumotlarni qayta ishlashda SI algoritmlari (mashinali o‘rganish, chuqur o‘rganish, neyron tarmoqlari) bilan GIS imkoniyatlarining uyg‘unlashuvi muhim ahamiyat kasb etmoqda. Tadqiqotda integratsiyalashgan yondashuvning an’anaviy monitoring usullariga nisbatan afzalliklari – ma’lumotlarni real vaqt rejimida tahlil qilish, bashorat modellarini yaratish, ifloslanish manbalarini aniqlash va ekologik xavf-xatarlarni oldindan baholash imkoniyatlari ochib beriladi. O‘zbekiston sharoitida (Orol dengizi havzasi, havo sifati, suv resurslari va yer degradatsiyasi) qo‘llanilayotgan amaliy misollar asosida samaradorlik ko‘rsatkichlari baholanadi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, SI va GIS integratsiyasi monitoring aniqligini 25–40 foizga oshirishi, xarajatlarni kamaytirishi va qaror qabul qilish tezligini sezilarli yaxshilashi mumkin. Tezisda mavjud muammolar tahlil qilinib, milliy monitoring tizimini takomillashtirish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: atrof-muhit monitoringi, sun’iy intellekt, geografik axborot tizimlari (GIS), masofadan zondlash, mashinali o‘rganish, ekologik bashorat, O‘zbekiston, integratsiyalashgan monitoring.

Kirish: Atrof-muhit monitoringi barqaror rivojlanish, tabiiy resurslarni oqilona boshqarish va ekologik xavfsizlikni ta’minlashning asosiy vositasidir. An’anaviy monitoring usullari – dala kuzatuvlari, laboratoriya tahlillari va oddiy statistik qayta ishlash – katta hududlarni qamrab olish, real vaqt rejimida ma’lumot olish va murakkab o‘zaro bog‘liqliklarni aniqlashda cheklangan imkoniyatlarga ega [1, 34–42-betlar].

So‘nggi o‘n yilliklarda sun’iy intellekt va geografik axborot tizimlarining jadal rivojlanishi bu sohada tub burilish yasadi. GIS fazoviy ma’lumotlarni yig‘ish, saqlash, tahlil qilish va vizuallashtirish imkonini bersa, SI algoritmlari katta hajmdagi ma’lumotlardan yashirin qonuniyatlarni aniqlash, tasniflash va bashorat qilish

imkoniyatini yaratadi [2, 15–23-betlar]. Ularning integratsiyasi “aqlli monitoring” tizimlarini shakllantiradi.

O‘zbekiston sharoitida Orol dengizi muammosi, yerlarning sho‘rlanishi, havo ifloslanishi, suv resurslarining kamayishi va iqlim o‘zgarishlari monitoringni yanada dolzarb qilmoqda [3, 56–64-betlar]. Shu bois SI va GIS integratsiyasining samaradorligini o‘rganish va uni milliy amaliyotga joriy etish muhim ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.

Tezisning maqsadi – atrof-muhit monitoringida SI va GIS integratsiyasining nazariy asoslari, amaliy imkoniyatlari va samaradorlik ko‘rsatkichlarini tahlil qilish, shuningdek, O‘zbekiston sharoitida uni rivojlantirish yo‘llarini belgilashdan iborat.

Asosiy qism

1. Sun’iy intellekt va GIS integratsiyasining nazariy asoslari GIS fazoviy ma’lumotlar bazasini yaratish, kartografik modellashtirish va geografik tahlil qilish vositasi sifatida xizmat qiladi. SI esa bu ma’lumotlarni chuqur tahlil qilish, avtomatik tasniflash va prognoz qilish imkonini beradi. Integratsiya asosan quyidagi yo‘nalishlarda amalga oshiriladi:

- masofadan zondlash tasvirlarini (sputnik va dron) avtomatik qayta ishlash;
- yer usti sensorlari ma’lumotlarini real vaqt rejimida tahlil qilish;
- ekologik jarayonlarni modellashtirish va bashorat qilish;
- anomaliyalarni aniqlash va erta ogohlantirish tizimlarini yaratish [4, 78–86-betlar].

Mashinali o‘rganish algoritmlari (Random Forest, Support Vector Machine, neyron tarmoqlari) yordamida o‘rmonlarning kamayishi, suv sathi o‘zgarishi, havo ifloslanishi manbalari va tuproq degradatsiyasi yuqori aniqlik bilan aniqlanadi [5, 112–120-betlar].

2. Integratsiyaning asosiy afzalliklari va samaradorlik ko‘rsatkichlari Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, SI-GIS integratsiyasi quyidagi samaralarni beradi:

- **Aniqlikning oshishi.** An’anaviy usullarga nisbatan tasniflash aniqligi 25–40 foizga yuqori bo‘ladi [6, 45–53-betlar].
- **Vaqt va xarajatlarning kamayishi.** Katta hududlarni qisqa muddatda monitoring qilish imkoniyati paydo bo‘ladi.
- **Real vaqt rejimi.** Sensorlar va sputnik ma’lumotlari asosida tezkor qarorlar qabul qilish mumkin.
- **Bashorat imkoniyati.** Iqlim o‘zgarishi, ifloslanish tarqalishi va tabiiy ofatlar xavfini oldindan baholash [7, 89–97-betlar].

O‘zbekiston sharoitida Orolbo‘yi hududida yer degradatsiyasi va sho‘rlanishni monitoring qilishda, Toshkent shahri havo sifatini baholashda hamda suv omborlari holatini kuzatishda ushbu yondashuv samarali qo‘llanilmoqda [8, 22–30-betlar].

3. Amaliy qo‘llanish sohalari

- **Havo sifati monitoringi.** SI algoritmlari PM2.5, NO_2, SO_2 kabi ifloslantiruvchi moddalar tarqalishini modellashtiradi.
- **Suv resurslari.** Suv sathi, sifati va ifloslanish manbalarini aniqlash.
- **Yer qoplami va o‘simliklar holati.** NDVI indekslari asosida degradatsiya jarayonlarini kuzatish.
- **Biologik xilma-xillik.** Hayvonot va o‘simliklar yashash muhitidagi o‘zgarishlarni aniqlash.
- **Tabiiy ofatlar.** Sel, qurg‘oqchilik va cho‘llanish xavfini bashorat qilish [9, 134–142-betlar].

4. O‘zbekiston sharoitidagi holat va muammolar Respublikada GIS texnologiyalari va masofadan zondlash ma’lumotlaridan foydalanish kengayib bormoqda. Biroq SI algoritmlarining to‘liq integratsiyasi hali boshlang‘ich bosqichda. Asosiy muammolar:

- yuqori malakali kadrlar yetishmasligi;
- milliy ma’lumotlar bazalarining to‘liq shakllanmaganligi;
- dasturiy ta’minot va hisoblash quvvatining cheklanganligi;
- turli idoralar o‘rtasida ma’lumot almashinuvining sustligi [10, 67–75-betlar].

Shunga qaramay, so‘nggi yillarda bir qator loyihalar (jumladan, Orolbo‘yi ekologik monitoringi va shahar havo sifati tizimlari) ijobiy natijalar bermoqda [11, 101–109-betlar].

Muhokama SI va GIS integratsiyasi atrof-muhit monitoringini sifat jihatidan yangi bosqichga ko‘tarmoqda. U nafaqat mavjud holatni qayd etish, balki kelajakdagi o‘zgarishlarni bashorat qilish va oldini olish choralarini ishlab chiqish imkonini beradi. Xalqaro tajriba (Yevropa kosmik agentligi, NASA, Xitoy va Hindiston dasturlari) shuni tasdiqlaydiki, integratsiyalashgan tizimlar ekologik boshqaruv samaradorligini sezilarli oshiradi [12, 156–164-betlar].

O‘zbekiston sharoitida bu yondashuvning to‘liq joriy etilishi uchun institutsional, texnik va kadrlar salohiyatini mustahkamlash zarur. Ayniqsa, milliy SI modellarni mahalliy sharoitga moslashtirish, ochiq ma’lumotlar platformalarini yaratish va fanlararo tadqiqotlarni rivojlantirish muhim ahamiyatga ega [13, 48–56-betlar].

Xulosa va takliflar Olib borilgan tahlil shuni ko‘rsatadiki, atrof-muhit monitoringida sun’iy intellekt va GIS integratsiyasi yuqori samaradorlikka ega. U monitoring aniqligini oshiradi, xarajatlarni kamaytiradi, real vaqt rejimida tahlil va bashorat imkoniyatlarini yaratadi.

Takliflar:

1. Milliy atrof-muhit monitoringi tizimiga SI-GIS integratsiyasini bosqichma-bosqich joriy etish dasturini ishlab chiqish.
2. Oliy ta’lim muassasalarida “Ekologik informatika”, “SI va GIS” yo‘nalishlarida kadrlar tayyorlashni kengaytirish.
3. Ochiq ekologik ma’lumotlar platformasini yaratish va idoralararo ma’lumot almashinuvini yo‘lga qo‘yish.
4. Mahalliy sharoitga moslashtirilgan mashinali o‘rganish modellarini ishlab chiqish va sinovdan o‘tkazish.
5. Xalqaro hamkorlikni (ESA, NASA, UNDP va boshqalar) kuchaytirish orqali texnologiya va tajriba almashishni rivojlantirish.
6. Monitoring natijalarini qaror qabul qilish jarayoniga (davlat organlari, mahalliy hokimiyat, jamoatchilik) integratsiya qilish mexanizmlarini takomillashtirish.

Ushbu chora-tadbirlarning amalga oshirilishi O‘zbekistonda atrof-muhit monitoringini zamonaviy, samarali va bashoratli tizimga aylantirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Abdurahmonov Q.X., Xolmirzayev A. Atrof-muhit monitoringi asoslari. – Toshkent: Fan, 2019. – 248 b.
2. Goodchild M.F., Longley P.A. Geospatial Analysis and Modelling. – London: Wiley, 2020. – 412 p.
3. Qodirov B.B., Rahimova M.A. O‘zbekistonda ekologik monitoring tizimini rivojlantirish masalalari. – Toshkent: O‘qituvchi, 2021. – 196 b.
4. Li X., Wang Y. Artificial Intelligence in Environmental Remote Sensing. – Berlin: Springer, 2022. – 318 p.
5. Hasanov I.A., G‘ulomov P.N. O‘zbekiston tabiiy geografiyasi va ekologik muammolari. – Toshkent: O‘qituvchi, 2007. – 164 b.
6. Zhu X., et al. Machine Learning for Environmental Monitoring. – Remote Sensing of Environment, 2021, Vol. 256. – P. 45–53.
7. Toshpulatov Sh.R. Raqamli texnologiyalar va ekologik boshqaruv. – Samarqand: SamDU, 2022. – 184 b.

8. Yusupov A.A. Orolbo‘yi hududida yer degradatsiyasini monitoring qilish. – Toshkent: Fan, 2020. – 172 b.

9. Jensen J.R. Remote Sensing of the Environment. – Pearson, 2019. – 592 p.

10. Karimova N.M. O‘zbekistonda GIS texnologiyalarini joriy etish muammolari // Geografiya va geoinformatika jurnali. – 2023. – №2. – 67–75-betlar.

11. O‘zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi vazirligi hisobotlari. – Toshkent, 2023–2024.

12. OECD. Environmental Monitoring and Assessment Systems. – Paris: OECD Publishing, 2022. – 210 p.

13. Xolmatov A., Qodirova S. Sun’iy intellekt va barqaror rivojlanish. – Toshkent: Innovatsiya, 2023. – 156 b.