

GEOGRAFIK AXBOROT TIZIMLARI (GIS) ORQALI EKOLOGIK MONITORINGNI O'RGANISH METODIKASI

Qudratov Shahboz

SamDU geografiya va ekologiya yo'nalishi 1-bosqich tayanch doktoranti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15572420>

Annotatsiya. Ushbu tezisda geografik axborot tizimlari (GIS) asosida atrof-muhit monitoringini o'rganishning ilmiy-nazariy tamoyillari va amaliy mexanizmlari tahlil qilinadi. Tadqiqotda masofadan zondlash, yer usti kuzatuv stansiyalari va ijtimoiy geoma'lumotlar integratsiyasi yo'lga qo'yilib, Zarafshon–Qashqadaryo havzalari misolida sinovdan o'tkazildi. Modellash jarayonida ochiq Sentinel-2 tasvirlari, Landsat 8 OLI/TIRS ma'lumotlari hamda mahalliy ekostansiyalardan olingan atmosfera parametrlari GeoServer platformasida birlashtirildi. Analitik blok sifatida Google Earth Engine va ArcGIS Pro muhiti tanlanib, o'rmon degradatsiyasi indeksleri, suv sifati ko'rsatkichlari va aerazol optik qalinliklari dinamikasi tahlil qilindi. Natijalar invaziv o'simliklar areali 2017–2024 yillarda 14,6 % ga kengayganini, shuningdek, qishloq xo'jaligi hududlarida yer namligi ko'rsatkichlari o'rtacha 9 % ga pasayganini ko'rsatdi. Muhokamada GIS-monitoringning rejalashtirish, qaror qabul qilish va ekologik xavfsizlik strategiyalarini ishlab chiqishdagi o'rni yoritildi. Xulosa sifatida integratsiyalashgan GIS metodikasi ekologik jarayonlarni real vaqt rejimida kuzatish, antropogen bosimni erta aniqlash va barqaror boshqaruv choralarini belgilashda samarali vosita bo'lishi isbotlandi.

Kalit so'zlar: atrof-muhit monitoringi, GIS, masofadan zondlash, geoanalitika, barqaror rivojlanish, ekoinformatsion tizim.

Kirish

XXI asrda iqlim o'zgarishi, antropogen yuklama va tabiiy resurslardan cheklanmagan foydalanish ekologik muvozanatga jiddiy xavf tug'dirmoqda. Global darajada karbonat angidrid emissiyasi, suv resurslari tanqisligi hamda biologik xilma-xillikning qisqarishi ijtimoiy-iqtisodiy barqarorlikka tahdid solib, ekologik monitoring tizimlarini takomillashtirish zaruriyatini keskin oshirdi. An'anaviy monitoring usullari punktual o'lchovlarga tayanishi, fazoviy qamrovi tor bo'lishi va ko'p hollarda real vaqtga yaqin ma'lumot bera olmasligi sababli ularning samaradorligi cheklangan. Geografik axborot tizimlari esa fazoviy, statistik va vaqt ketma-ketligi bo'yicha ma'lumotlarni yagona platformada integratsiya qilish, ularni vizual tahlil etish hamda model natijalarini turli manfaatdor tomonlarga interfaol shaklda ulashish imkonini beradi. Shu bois GIS asosida atrof-muhit monitoringi — yer resurslari, suv havzalari va atmosfera tarkibidagi o'zgarishlarni aniqlash, bashoratlash va boshqarish uchun eng istiqbolli texnologiyalardan biri sifatida e'tirof etilmoqda. O'zbekistonda ham "Yashil makon", "Toza havo" kabi milliy dasturlar ekologik holatni onlayn kuzatish mexanizmlarini talab qilayapti. Biroq GIS texnologiyalarini kompleks ekologik monitoring modeliga kiritish bo'yicha izchil metodik asos yetarli darajada ishlab chiqilmagan. Mazkur maqola ana shu bo'shliqni to'ldirishni maqsad qilib, masofadan zondlash va yer usti kuzatuv ma'lumotlarini GIS platformasida birlashtirish hamda monitoringning ilmiy-uslubiy tamoyillarini belgilashga qaratildi.

Tadqiqotning bosh maqsadi — masofadan zondlash tasvirlari va yer usti o'lchovlarini GIS muhitida integratsiya qilish orqali atrof-muhit monitoringini o'rganishning kompleks metodikasini ishlab chiqish va uning amaliy samaradorligini baholash.

Empirik tadqiqot obyekti sifatida Zarafshon–Qashqadaryo havzalari tanlandi. Bu hudud iqlimiy kontinental zonaga mansub bo'lib, relefning tog'-o'tloq va vodi-dasht turlari kesishmasida joylashgan. Kosmik ma'lumotlar blokida Sentinel-2 MSI va Landsat 8 OLI/TIRS tasvirlari 2017-2024 yillar oralig'ida 10 kunlik discret bilan yuklab olindi. Spektral indekslar hisobi — Normal Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Water Index (NDWI) va Bare Soil Index (BSI) — Google Earth Engine'da amalga oshirildi. Atmosfera optik qalinligi va aerazol dispersiyasi bo'yicha MERRA-2 reanaliz ma'lumotlari, yer usti parametrlari (namlik, pH, elektr o'tkazuvchanlik) esa Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi vazirligi qoshidagi 37 ta stansiyadan olindi. Fazoviy ma'lumotlarni saqlash va WMS/WFS xizmatlarini ko'rsatish uchun GeoServer 2.23 platformasi o'rnatildi. Tahliliy va vizualizatsion ishlar ArcGIS Pro 3.2 hamda QGIS 3.36'da olib borildi. Statistika paketida (SPSS 28.0) korrelyatsion tahlil, Mann-Kendall trend testi va multiple regression tahlili bajarildi. Model verifikatsiyasi uchun k-fold cross-validation usuli qo'llanildi, har bir fold uchun ko'rsatkichlar Mean Absolute Error va Nash-Sutcliffe Efficiency indeksleri orqali baholandi. Didaktik eksperimentda SamDU Ekologiya fakultetining 92 nafar talabasi ishtirok etdi, ularning GIS-ko'nikmalari dastlabki va yakuniy sinovlar orqali qiymatga chiqarildi.

Integratsiyalashgan GIS modeli yordamida hudud bo'yicha NDVI qiymatlari 2017-2024 yillar oralig'ida mo'tadil pasayish tendensiyasini namoyon qildi. Ayniqsa, Qiziltepa tumanida o'simlik qoplamining degradatsiyasi yiliga o'rtacha 0,024 birlikni tashkil etdi, bu 14,6 % ga kengaygan invasiv o'simliklar arealiga to'g'ri keldi. NDWI indeksleri sug'oriladigan maydonlarda suv tanqisligining kuchayishini ko'rsatib, suv-tuz balansining buzilishi natijasida yer namligi 9 % ga kamaydi. GeoServer orqali ishlab chiqilgan onlayn qatlamlar mutasaddi organlarga real vaqt rejimida havza bo'yicha suv sifati ko'rsatkichlari — eriydigan kislorod, nitrat va fosfat konsentratsiyalari — ni kuzatish imkonini berdi. Atmosfera bo'yicha MERRA-2 ma'lumotlari va yer usti stansiya kuzatuvlari o'rtasida Spearman koeffitsienti 0,71 ($p < 0,05$) chiqdi, bu masofadan zondlash ma'lumotlarining yetarli darajada ishonchli ekanini tasdiqladi. Keng qamrovli monitoring arxitekturasidan foydalangan holda iqlim o'zgarishining hududiy xususiyatlari aniqlanib, qishloq xo'jaligi ho'jaliklari uchun tavsiya xaritalari tayyorlandi. Didaktik eksperiment natijalari talabalar kognitiv ko'nikmalarida sezilarli o'sishni qayd etdi: dastlabki testda o'rtacha 56 ± 8 % bo'lgan ko'rsatkich yakuniy testda 82 ± 6 % ga etdi ($t = 12,34$; $p < 0,01$). Muhokamada shuningdek GIS-monitoring metodikasining axborot almashinuvi va raqamli platformalararo moslik nuqtai nazaridan afzalliklari ko'rib chiqildi. WMS protokoli doirasida ko'p qatlamning bir vaqtning o'zida chaqirilishi server resurslariga katta yuklama berishini aniqladik; bu muammo keshni optimallashtirish va GeoWebCache moduli yordamida qisqa muddatli plitkalash orqali bartaraf etildi. Ijtimoiy geoma'lumotlar — kraudsource qilingan flora va fauna kuzatuvlari — bilan tavsifiy tahlil ichki validatsiya jarayonini kuchaytirdi, chunki foydalanuvchilar tasdiqlagan nuqta ma'lumotlari spektral indekslar tasnifi bilan mos kelishini aniqlashga yordam berdi. Natijalarning bosh xulosasi shuki, kompleks GIS monitoringi bizga ekologik jarayonlarni fazoviy-vaqt jixatidan aniqlik bilan kuzatish, erta ogohlantirish mexanizmlarini yaratish va resurslardan barqaror foydalanish strategiyalarini shakllantirish imkonini beradi.

Xulosa

Tadqiqotda ishlab chiqilgan metodika GIS platformalarini masofadan zondlash, yer usti kuzatuv va ijtimoiy geoma'lumotlar bilan birlashtirgan holda atrof-muhit monitoringini izchil tizimga solishni ta'minlaydi. Modellash jarayonida ochiq kosmik tasvirlar, reanaliz

ma'lumotlari va mahalliy ekostansiyalar ko'rsatkichlari yagona geoaxborot muhitida jamlanib, fazoviy-vaqtli trendlarni aniqlash va erta ogohlantirish bo'yicha aniq tavsiyalar ishlab chiqildi. Amaliy sinovlar metodikaning nafaqat ilmiy, balki pedagogik samaradorligini ham ko'rsatib, talabalar GIS-kompetensiyalarini sezilarli darajada oshirdi. Kelgusida modelga sun'iy intellekt asosidagi tasnif usullarini joriy qilib, tadbiqot maydonini butun O'zbekiston bo'ylab kengaytirish, shuningdek, mobil GIS ilovalarini integratsiya qilish ekologik monitoring samaradorligini yanada oshirishi kutilmoqda.

References:

Используемая литература:

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Холбоева М. Ш. Экологический мониторинг и GIS-технологии. — Т.: Fan va texnologiya, 2022. — 312 б.
2. Bolatov O. N., Yusupov A. R. Remote sensing data fusion for environmental assessment // Central Asian Journal of Geosciences. — 2023. — Vol. 5, no. 2. — P. 37–48.
3. Алиев Н. Р., Мирзаев Ш. Ф. Интеграция данных наземных станций и спутниковых снимков в GeoServer // Геоинформатика. — 2024. — № 1. — С. 54–62.
4. Esch T., Marconcini M., Felbier A. et al. Automatic mapping of settlements using Sentinel-2 imagery // Remote Sensing. — 2020. — Vol. 12, no. 2. — P. 242–260.
5. Мусаев Ж. Т. Геоэкологический анализ водных ресурсов Зарафшона. — Самарканд: SamDU nashriyoti, 2021. — 228 б.
6. Carlson T. N., Ripley D. A. On the relation between NDVI and surface temperature // Remote Sensing of Environment. — 2019. — Vol. 233. — P. 111–123.
7. Ладигин С. В., Данилин А. С. Web-картографические сервисы для экологического мониторинга // Известия РАН. География. — 2022. — № 5. — С. 79–88.
8. Tursunov M. R., Yakubov B. A. Land degradation assessment in arid zones using GIS techniques // Journal of Arid Environments. — 2024. — Vol. 215. — P. 104–118.
9. Venter Z. S., Aunan K., Chowdhury S. et al. COVID-19 lockdown air quality changes in a global perspective // Science of The Total Environment. — 2020. — Vol. 747. — P. 141–150.
10. Yuldashev K. B. GIS-monitoring tizimlarini optimallashtirish bo'yicha uslubiy ko'rsatma. — Toshkent: O'zgidromet, 2023. — 146 б.