

SPEKTRAL INDEKSLAR VA OPTIK MA'LUMOTLAR ASOSIDA XAVFLI JARAYONLAR ZONALARINI IDENTIFIKATSIYA QILISH

Axrolova Mushtariy Suloymon qizi

axrolovamushtariy0@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada spektral indekslar va optik ma'lumotlar asosida xavfli jarayonlar zonalarini identifikatsiya qilish masalasi ko'rib chiqilgan. Bunda optik tasvirlarning spektral xususiyatlarini baholash orqali yer yuzasidagi o'zgarishlarni aniqlash va ularning hududiy tarqalishini tahlil qilishga alohida e'tibor qaratilgan. Optik tasvirlarni qayta ishlash, spektral o'zgarishlarni aniqlash va ularni GIS yordamida tahlil qilish yondashuvlari yoritilgan. Turli davrlardagi tasvirlarni taqqoslash orqali o'zgaruvchan hududlarni aniqlash imkoniyatlari ko'rsatilgan. Mazkur yondashuv xavfli jarayonlarni dastlabki bosqichda aniqlash va monitoring qilish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: multispektral ma'lumotlar, optik masofadan zondlash, spektral tahlil, spektral indekslar, Sentinel-2, yer qoplami, vegetatsiya, tuproq namligi, GIS, geoaxborot tahlili, geologik monitoring, xavfli geologik jarayonlar.

Abstract. This article examines the identification of hazardous process zones based on spectral indices and optical data. Particular attention is paid to assessing the spectral characteristics of optical images to detect changes on the Earth's surface and analyze their spatial distribution. The study presents approaches to optical image processing, detection of spectral changes, and their analysis using GIS. The comparison of images from different periods makes it possible to identify changing areas. This approach can support the early identification and monitoring of hazardous processes.

Keywords: multispectral data, optical remote sensing, spectral analysis, spectral indices, Sentinel-2, land cover, vegetation, soil moisture, GIS, geoinformation analysis, geological monitoring, hazardous geological processes.

Kirish. So'nggi yillarda tabiiy xavflarni o'rganish va ularning hududiy tarqalishini baholashda masofadan zondlash texnologiyalaridan foydalanish kengayib bormoqda. Ayniqsa, Yer yuzasining katta hududlarini muntazam kuzatish, turli vaqt oralig'ida olingan tasvirlarni taqqoslash va yuz berayotgan o'zgarishlarni fazoviy jihatdan baholash imkoniyati geologik monitoring uchun muhim ahamiyatga ega. Xavfli jarayonlarning rivojlanishi ko'pincha relyef, namlik, yer qoplami, o'simliklar holati va inson faoliyati bilan bog'liq bo'lgan murakkab o'zgarishlar bilan birga kechadi. An'anaviy dala kuzatuvlari muayyan hududdagi jarayonlarni bevosita o'rganish imkonini bersa-da, katta maydonlarni qisqa vaqt ichida qamrab olish imkoniyati cheklangan.



Bundan tashqari, ayrim hududlarda dala ishlarini olib borish relyefning murakkabligi yoki xavfsizlik sharoitlari sababli qiyin bo'lishi mumkin. Shu sababli masofadan zondlash ma'lumotlari hududni dastlabki baholash va keyingi dala tadqiqotlarini rejalashtirishda muhim qo'shimcha axborot manbai hisoblanadi. Multispektral optik ma'lumotlarning asosiy afzalliklaridan biri Yer yuzasidagi turli obyektlarning elektromagnit nurlanishni turlicha aks ettirish xususiyatidan foydalanish imkoniyatidir. Vegetatsiya, ochiq tuproq, suv, qurigan yuzalar va tog' jinslari turli spektral diapazonlarda o'ziga xos xususiyatlarga ega. Ushbu farqlarni tahlil qilish orqali yer qoplamini tarkibi va holatini aniqlash, vaqt davomida sodir bo'lgan o'zgarishlarni baholash hamda potensial xavfli hududlarni ajratish mumkin.

Spektral indekslar esa turli spektral kanallardagi ma'lumotlarni o'zaro bog'lash orqali Yer yuzasining muayyan xususiyatlarini yanada aniqroq ifodalashga xizmat qiladi. Masalan, vegetatsiya holati, namlik darajasi yoki ochiq tuproq yuzasining o'zgarishlarini baholashda tegishli spektral ko'rsatkichlardan foydalanish mumkin. Bunda indekslarning vaqt bo'yicha o'zgarishi hududdagi tabiiy yoki antropogen jarayonlar haqida qo'shimcha ma'lumot beradi.

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi multispektral optik ma'lumotlar va spektral tahlil imkoniyatlaridan foydalanib, xavfli jarayonlar rivojlanishi mumkin bo'lgan hududlarni identifikatsiya qilishning geoaxborot yondashuvini yoritishdan iborat.

Asosiy qism. Multispektral optik ma'lumotlardan foydalanishda dastlab tadqiqot hududining xususiyatlari va tadqiqot maqsadiga mos ma'lumot manbasini tanlash talab etiladi. Bunda tasvirning fazoviy aniqligi, mavjud spektral kanallar, tasvir olingan sana, bulutlilik darajasi va hududning tabiiy sharoitlari hisobga olinadi. Turli hududlar uchun bir xil ma'lumotlar to'plamidan foydalanish har doim ham maqbul natija bermaydi. Shu sababli ma'lumotlarni tanlash jarayoni tadqiqot hududining geomorfologik va landshaft xususiyatlari bilan bog'liq holda amalga oshirilishi lozim.

Multispektral tasvirlarni qayta ishlashning dastlabki bosqichida tasvirlarning sifatini baholash muhim hisoblanadi. Bulutlar va ularning soyasi, atmosferadagi ta'sirlar, tasvirning ayrim qismlaridagi shovqinlar hamda boshqa texnik omillar keyingi tahlil natijalariga ta'sir qilishi mumkin. Shu sababli optik ma'lumotlardan foydalanishdan oldin ularni tegishli dastlabki qayta ishlashdan o'tkazish talab etiladi. Tasvirlarni oldindan qayta ishlashdan keyin hududning spektral xususiyatlarini o'rganish amalga oshiriladi. Bu bosqichda turli yer qoplamini obyektlarining spektral javobi tahlil qilinadi. Vegetatsiya mavjud hududlar, ochiq tuproq, nam yuzalar, suv obyektlari va yalang'och tog' jinslari o'ziga xos spektral xususiyatlarga ega bo'lgani uchun ularni bir-biridan ajratish imkoniyati paydo bo'ladi. Xavfli jarayonlar zonalarini aniqlashda yer qoplamidagi o'zgarishlarni kuzatish alohida ahamiyatga ega. Masalan, ayrim hududlarda vegetatsiya qoplamining kamayishi yoki ochiq tuproq maydonlarining kengayishi yuzaning o'zgarayotganidan dalolat berishi mumkin. Biroq bunday o'zgarishlarni bevosita geologik jarayon sifatida qabul qilish to'g'ri emas. Vegetatsiya holatiga mavsumiy sharoit, qurg'oqchilik, sug'orish, qishloq

xo'jaligi faoliyati va boshqa omillar ham ta'sir qilishi mumkin. Shuning uchun spektral tahlil natijalarini boshqa fazoviy ma'lumotlar bilan birgalikda baholash zarur. Ayniqsa, relyef xususiyatlari, suv oqimlari, yer qoplami va antropogen obyektlarning joylashuvi bilan spektral o'zgarishlar o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash natijalarni to'g'ri talqin qilish imkonini beradi. Spektral indekslardan foydalanish ushbu jarayonda muhim vositalardan biridir. Ular alohida spektral kanallardagi ma'lumotlarni umumlashtirib, muayyan yer yuzasi xususiyatlarini ifodalovchi nisbiy ko'rsatkichlarni olish imkonini beradi. Vegetatsiya indeksleri o'simlik qoplamining holatini, namlikka bog'liq indekslar esa yuzadagi namlik o'zgarishlarini baholashda qo'llanilishi mumkin. Bunday ko'rsatkichlarning afzalligi shundaki, ular oddiy vizual tasvirga nisbatan ayrim o'zgarishlarni aniqroq ajratishga yordam beradi. Vegetatsiya bilan bog'liq spektral ko'rsatkichlarni tahlil qilishda hududdagi o'simlik qoplamining zichligi va holati baholanadi. Agar ma'lum bir hududda vegetatsiya ko'rsatkichlari vaqt davomida sezilarli o'zgarsa, ushbu hudud qo'shimcha tekshiruv uchun ajratilishi mumkin. Bunda o'zgarishning sababi aniqlanishi lozim. Agar o'zgarish relyef, namlik yoki boshqa tabiiy sharoitlar bilan birga kuzatilsa, u xavfli jarayonlarni o'rganishda muhim indikator sifatida qaralishi mumkin.

Tuproq namligi bilan bog'liq spektral o'zgarishlar ham xavfli jarayonlar zonalarini aniqlashda qo'shimcha axborot beradi. Namlikning ortishi yoki kamayishi ayrim hududlarda tabiiy jarayonlarning faollashuvi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Ayniqsa, qiyaliklarda namlikning to'planishi yoki yuzaning namlanish xususiyatlari geomorfologik jarayonlarni baholashda e'tiborga olinishi kerak.

Biroq spektral indekslarning o'zgarishini alohida ko'rsatkich sifatida baholash yetarli emas. Masalan, yog'ingarchilikdan keyingi namlanish yoki qishloq xo'jaligi maydonlarining sug'orilishi ham spektral ko'rsatkichlarning sezilarli o'zgarishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun vaqt bo'yicha takroriy tasvirlarni taqqoslashda tasvir olingan davrning tabiiy va xo'jalik sharoitlari ham hisobga olinishi zarur.

Turli davrlarga tegishli optik tasvirlarni taqqoslash xavfli jarayonlar zonalarini identifikatsiya qilishning muhim bosqichidir. Bir martalik tasvir hududning faqat ma'lum bir vaqtdagi holatini ko'rsatadi. Ko'p vaqtli ma'lumotlar esa o'zgarishlarning barqaror yoki vaqtinchalik ekanligini aniqlash imkonini beradi. Shu jihatdan bir xil faslga yaqin davrlarda olingan tasvirlarni taqqoslash mavsumiy farqlar ta'sirini kamaytirishga yordam beradi. Vaqtli tahlil natijasida hududlarni shartli ravishda barqaror, o'zgaruvchan va qo'shimcha tekshiruv talab qiluvchi zonalar ajratish mumkin. Barqaror hududlarda spektral xususiyatlar sezilarli o'zgarmaydi. O'zgaruvchan hududlarda esa ma'lum davr davomida yer qoplami yoki namlik xususiyatlarida farqlar kuzatiladi. Qo'shimcha tekshiruv talab qiluvchi zonalar esa bir nechta ko'rsatkichlarda bir vaqtning o'zida o'zgarish kuzatilgan hududlardan shakllantirilishi mumkin.

Optik ma'lumotlar asosida yer qoplamini klassifikatsiya qilish ham xavfli jarayonlar zonalarini aniqlashda muhim ahamiyatga ega. Klassifikatsiya yordamida hududdagi asosiy yer qoplami turlari ajratiladi. Bunday xaritalar keyinchalik vaqtli o'zgarishlarni baholash uchun boshlang'ich ma'lumot sifatida xizmat qiladi. Yer

qoplarni klassifikatsiya qilishda nazoratsiz va nazoratli usullardan foydalanish mumkin. Nazoratsiz klassifikatsiyada tasvirdagi spektral jihatdan o'xshash obyektlar avtomatik ravishda guruhlanadi. Nazoratli klassifikatsiyada esa oldindan aniqlangan namunalar asosida obyektlar tegishli sinflarga ajratiladi. Tadqiqot maqsadiga qarab ushbu usullardan biri yoki ularning kombinatsiyasidan foydalanish mumkin. Geoaxborot tizimlari optik ma'lumotlarni tahlil qilish va natijalarni fazoviy jihatdan ifodalash imkonini beradi. Optik ma'lumotlarni tahlil qilishda hududning tabiiy sharoitlari va yer qoplamining mavsumiy xususiyatlarini hisobga olish aniqlangan o'zgarishlarni to'g'ri talqin qilish uchun muhimdir. Spektral ko'rsatkichlarning vaqt davomida o'zgarishi hududdagi jarayonlarning barqaror yoki vaqtinchalik xususiyatga ega ekanligini baholash imkonini beradi. Bunda bir nechta spektral ko'rsatkichlarni o'zaro taqqoslash orqali alohida ko'rsatkichlarda kuzatilgan noaniqliklarni kamaytirish mumkin. Olingan fazoviy natijalarni GIS muhitida birlashtirish esa xavfli jarayonlar ehtimoli yuqori bo'lgan hududlarni keyingi tadqiqotlar uchun ajratishga yordam beradi.

GIS muhitida spektral ko'rsatkichlar xaritalari, yer qoplamini ma'lumotlari, relyef parametrlari, gidrografik tarmoq va boshqa tematik qatlamlarni birgalikda tahlil qilish mumkin. Natijada o'zgarishlarning hududiy tarqalishi va ular o'rtasidagi fazoviy bog'liqliklar aniqlanadi. Relyef ma'lumotlari xavfli jarayonlar zonalarini aniqlashda ayniqsa muhimdir. Raqamli relyef modeli asosida qiyalik darajasi, ekspozitsiya va boshqa morfometrik ko'rsatkichlarni olish mumkin. Shuningdek, suv obyektlari va tabiiy drenaj tarmoqlarining joylashuvi ham tahlil qilinadi. Ayrim xavfli jarayonlar suvning hudud bo'ylab harakati yoki namlikning to'planishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Shu sababli spektral namlik ko'rsatkichlarini gidrografik ma'lumotlar bilan birgalikda tahlil qilish qo'shimcha imkoniyat yaratadi. Optik ma'lumotlar yordamida aniqlangan o'zgarishlarning antropogen kelib chiqishini ham ajratish zarur. Yo'l qurilishi, yangi binolar paydo bo'lishi, konchilik ishlari, qishloq xo'jaligi maydonlarining o'zgarishi va boshqa inson faoliyati natijasida yuzaga kelgan o'zgarishlar tabiiy geologik jarayonlarga o'xshash spektral belgilar hosil qilishi mumkin. Shuning uchun xavfli zonalarini aniqlashda antropogen obyektlarning joylashuvi ham hisobga olinadi.

Mazkur yondashuvning muhim jihati shundaki, optik ma'lumotlarda aniqlangan har qanday o'zgarish avtomatik ravishda xavfli geologik jarayon sifatida baholanmaydi. Masofadan zondlash natijalari dastlabki identifikatsiya va skrining vositasi sifatida qaralishi kerak. Yakuniy xulosa chiqarish uchun geologik xaritalar, geomorfologik ma'lumotlar va imkon qadar dala kuzatuvlari bilan tekshirish talab etiladi. Identifikatsiya jarayonining yakuniy bosqichida aniqlangan hududlar xaritalashtiriladi. GIS yordamida o'zgarishlarning chegaralari, ularning maydoni va boshqa obyektlarga nisbatan joylashuvi ko'rsatiladi. Bunday xaritalar mutaxassislariga dala tadqiqotlarini qaysi hududlardan boshlash maqsadga muvofiqligini aniqlashda yordam beradi. Takroriy monitoring tashkil etilganda avvalgi kuzatuv natijalari yangi ma'lumotlar bilan solishtiriladi. Bu esa hududdagi o'zgarishlarning davomiyligini

baholash imkonini beradi. Kelgusida optik ma'lumotlarni avtomatlashtirilgan tahlil qilish imkoniyatlarini kengaytirish mumkin. Mashinali o'qitish algoritmlaridan foydalanish katta hajmdagi tasvirlarni qayta ishlash, yer qoplami sinflarini avtomatik ajratish va o'zgaruvchan hududlarni tezkor aniqlash imkonini beradi. Bunday yondashuvda modelning aniqligi o'quv ma'lumotlarining sifati va mustaqil tekshiruv natijalariga bevosita bog'liq bo'ladi.

Umuman olganda, spektral indekslar, ko'p vaqtli optik ma'lumotlar va GIS tahlilining birgalikdagi qo'llanilishi xavfli jarayonlar rivojlanishi mumkin bo'lgan hududlarni dastlabki bosqichda ajratish imkonini beradi. Bunda asosiy e'tibor faqat bitta spektral ko'rsatkichga emas, balki turli ma'lumotlarning fazoviy va vaqtli mosligiga qaratiladi.

Xulosa. Spektral indekslar va optik ma'lumotlar asosida xavfli jarayonlar zonalarini identifikatsiya qilish imkoniyatlarini tahlil qilish natijasida multispektral optik tasvirlar Yer yuzasidagi o'zgarishlarni aniqlash va ularning hududiy tarqalishini baholashda muhim axborot manbai ekanligi aniqlandi. Optik ma'lumotlarni dastlabki qayta ishlash, spektral xususiyatlarni baholash va turli davrlardagi tasvirlarni taqqoslash orqali o'zgaruvchan hududlarni ajratish mumkin.

Spektral indekslardan foydalanish vegetatsiya, tuproq va namlik bilan bog'liq o'zgarishlarni miqdoriy jihatdan baholash imkonini beradi. Ayniqsa, vaqt bo'yicha o'zgarishlarni tahlil qilish hududning barqaror holati bilan o'zgarish kuzatilayotgan qismlarini farqlashga yordam beradi. Biroq aniqlangan spektral o'zgarishlarni bevosita xavfli geologik jarayon sifatida talqin qilish to'g'ri emas, chunki ularga mavsumiy sharoit, qishloq xo'jaligi faoliyati va boshqa antropogen omillar ham ta'sir qilishi mumkin. GIS texnologiyalaridan foydalanish spektral tahlil natijalarini relyef, yer qoplami, gidrografik obyektlar va boshqa fazoviy ma'lumotlar bilan birgalikda baholash imkonini beradi. Bu esa o'zgarishlarning hududiy xususiyatlarini aniqlash va qo'shimcha tekshiruv talab qiladigan maydonlarni ajratishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Shuningdek, optik ma'lumotlar asosida olingan natijalarni geologik va geomorfologik ma'lumotlar, mavjud xaritalar hamda dala kuzatuvlari bilan solishtirish ularning ishonchliligini oshiradi. Bunday yondashuv masofadan zondlash ma'lumotlarini faqat tasviri axborot sifatida emas, balki xavfli jarayonlarni monitoring qilish va hududiy baholashning amaliy vositasi sifatida qo'llash imkonini beradi. Umuman, spektral indekslar, ko'p vaqtli optik ma'lumotlar va geoaxborot tahlilining o'zaro uyg'unligi xavfli jarayonlar zonalarini dastlabki bosqichda identifikatsiya qilish uchun samarali yondashuvni shakllantiradi. Ushbu yondashuv hududlarni muntazam kuzatish, o'zgarishlarni o'z vaqtida aniqlash va keyingi batafsil geologik tadqiqotlar uchun ustuvor maydonlarni belgilashga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2026-yil 25-maydagi 275-son qarori. 2026–2030-yillar uchun O'zbekiston Respublikasida atrof tabiiy muhitning davlat monitoringi dasturini tasdiqlash to'g'risida.
2. Botirov Sh.S., Nomdorov R.U. Radar interferometriyasi texnologiyasining nazariy asoslari va yer yuzasi deformatsiyalarini monitoring qilish imkoniyatlari. *Саноатда рақамли технологиялар*. 2026. Vol. 4, No. 3.
3. Usmonov F. Sentinel-1 PSInSAR texnologiyasi asosida Qalmoqqir ochiq karyeri bortlarining deformatsiyasini sun'iy yo'ldosh orqali monitoring qilish. *Muhandislik va Iqtisodiyot*. 2026. Vol. 4, No. 9. P. 173–180.
4. Botirov Sh.S., Nomdorov R.U., Abdisamatov B.A. Monitoring of Surface Deformation Caused by Underground Mining Activities Using the InSAR Technique Based on Sentinel-1 Imagery. *Саноатда рақамли технологиялар*. 2026. Vol. 4, No. 1. P. 69–74.
5. European Space Agency. *Sentinel-1 Mission: Earth Observation and Radar Interferometry*. European Space Agency, 2025.
6. European Space Agency. *Sentinel-2 Mission: Multispectral Imaging and Land Monitoring*. European Space Agency, 2025.
7. Copernicus Land Monitoring Service. *European Ground Motion Service: Ground Motion Monitoring Using Sentinel-1 InSAR Data*. European Commission, 2025.
8. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2025*. United Nations, 2025.