



**AEROKOSMIK TASVIRLARNI OBYEKTGA ASOSLANGAN TASVIR
TAHLILI (OBIA) USULI ORQALI TAHLIL QILISH VA BAHOLASH**

Hakimov Yaxshimurod Erkinboy o‘g‘li

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti,
Geodeziya va geoinformatika kafedrasida magistranti,
Toshkent, O‘zbekiston. E-mail: hakimovyaxshimurod05@gmail.com

Yakubov Gayrat Zaidovich

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti,
Geodeziya va geoinformatika kafedrasida katta o‘qituvchisi, g.f.f.d (PhD),
Toshkent, O‘zbekiston. E-mail: yakubov1203@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu tadqiqotda Xorazm viloyati, Urganch tumani hududida qishloq xo‘jaligi yerlarini obyektga asoslangan tasvir tahlili (OBIA) usuli yordamida tasniflash metodikasi ishlab chiqildi va amaliy jihatdan qo‘llanildi. Tadqiqot jarayonida ko‘p spektrli kosmik tasvirlar asosida tasvir segmentatsiyasi amalga oshirilib, hosil bo‘lgan obyektlar spektral va geometrik xususiyatlari bo‘yicha tahlil qilindi. Klassifikatsiya jarayonida NDVI vegetatsiya indeksi hamda qo‘shimcha qoidaviy (rule-based) yondashuvlardan foydalanildi. Natijada hudud to‘rtta asosiy sinfga — VEGETATSIYA maydonlari, bo‘sh yerlar, shaharsozlik hududlari va gidrografik obyektlarga ajratildi.

Tadqiqot natijalarining aniqligi xatoliklar matritsasi (confusion matrix) asosida baholanib, umumiy aniqlik darajasi 87% dan yuqori ekanligi aniqlandi. Olingan natijalar OBIA usulining qishloq xo‘jaligi yerlarini aniqlash va monitoring qilishda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatadi hamda ushbu yondashuv irrigatsion agro-landshaftlarni masofadan zondlash ma‘lumotlari asosida tahlil qilishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: Sentinel-2, OBIA, GEOBIA, NDVI, eCognition, qishloq xo‘jaligi, segmentatsiya, Xorazm, aniqlikni baholash.

**АНАЛИЗ И ОЦЕНКА АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО АНАЛИЗА
ИЗОБРАЖЕНИЙ (OBIA)**





Аннотация: В данном исследовании разработана и практически применена методика классификации сельскохозяйственных земель на территории Ургенчского района Хорезмской области с использованием объектно-ориентированного анализа изображений (OBIA). В ходе исследования на основе многоспектральных космических снимков была выполнена сегментация изображений, а полученные объекты проанализированы по их спектральным и геометрическим характеристикам. В процессе классификации использовались вегетационный индекс NDVI, а также дополнительные правила (rule-based подход).

В результате территория была разделена на четыре основных класса: посевные площади, незанятые земли, урбанизированные территории и гидрографические объекты. Точность результатов исследования оценивалась с использованием матрицы ошибок (confusion matrix), при этом общая точность превысила 87%. Полученные результаты демонстрируют высокую эффективность метода OBIA для выявления и мониторинга сельскохозяйственных земель, а также подтверждают значимость данного подхода при анализе ирригационных агроландшафтов на основе данных дистанционного зондирования.

Ключевые слова: Sentinel-2, OBIA, GEOBIA, NDVI, eCognition, сельское хозяйство, сегментация, Хорезм, оценка точности.

ANALYSIS AND EVALUATION OF AEROSPACE IMAGERY USING OBJECT-BASED IMAGE ANALYSIS (OBIA)

Abstract: This study presents the development and practical application of a methodology for classifying agricultural lands in the Urgench district of the Khorezm region using Object-Based Image Analysis (OBIA). In the course of the research, image segmentation was performed based on multispectral satellite imagery, and the resulting objects were analyzed according to their spectral and geometric characteristics. The classification process employed the NDVI vegetation index along with additional rule-based approaches.

As a result, the study area was classified into four main categories: cultivated lands, bare lands, urban areas, and hydrographic features. The accuracy of the results was evaluated using a confusion matrix, with the overall accuracy exceeding 87%. The findings demonstrate the high effectiveness of the OBIA method for identifying and





monitoring agricultural lands and highlight its significance in analyzing irrigated agro-landscapes based on remote sensing data.

Keywords: Sentinel-2, OBIA, GEOBIA, NDVI, eCognition, agriculture, segmentation, Khorezm, accuracy assessment.

Qishloq xo‘jaligi yerlarini aniq va tez tasniflash yer resurslarini boshqarish, kadastr ma‘lumotlarini yangilash va VEGETATSIYA monitoringini amalga oshirish uchun zarur asos hisoblanadi. An‘anaviy dala o‘lchovlari yuqori aniqlik bersada, keng hududlarda qo‘llash uchun vaqt va moliyaviy xarajatlar yuqori bo‘ladi [3]. Shu sababli ochiq va muntazam yangilanadigan kosmik ma‘lumotlarga asoslangan avtomatlashtirilgan tahlil usullari tobora keng qo‘llanilmoqda.

Sentinel-2 missiyasi Yevropa Kosmik Agentligi (ESA) tomonidan ishga tushirilgan bo‘lib, 13 ta spektral kanal, 10 m fazoviy aniqlik va 5 kunlik qayta tashrif davri bilan qishloq xo‘jaligi monitoringi uchun eng qulay platformalardan biri hisoblanadi [7]. Ayniqsa, B2 (ko‘k), B3 (yashil), B4 (qizil) va B8 (yaqin infraqizil) kanallari vegetatsiya dinamikasini va yer qoplamini tahlil qilishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Obyektga asoslangan tasvir tahlili (OBIA yoki GEOBIA) pikselga asoslangan yondashuvlardan farqli o‘laroq, tasvirni semantik jihatdan mazmunli segmentlarga ajratadi va har bir segmentni spektral, geometrik hamda kontekstual xususiyatlari orqali tahlil qiladi. Bu yondashuv qishloq xo‘jaligi dalalarini aniqlashda “salt-and-pepper noise” effektini kamaytiradi va real dala konturlariga yaqin poligonlar yaratadi [4].

Ushbu tadqiqotning maqsadi Xorazm viloyati Urganch tumani Chotko‘pir qishlog‘i hududida Sentinel-2 tasvirlari va OBIA yondashuvi asosida qishloq xo‘jaligi yerlarini to‘rt sinfga tasniflash va natijalar aniqligini baholashdan iborat.

OBIA yondashuvi masofadan zondlash sohasida keng tan olingan metodologik paradigma sifatida Blaschke tomonidan asoslab berilgan [3]. Muallif bu yondashuvning pikselga asoslangan usullarga nisbatan spektral va fazoviy ma‘lumotlarni integratsiya qilishdagi ustunligini ko‘rsatadi. Blaschke va boshqalar tahriri ostidagi fundamental asar esa GEOBIAning nazariy poydevorini shakllantiradi.

Multiresolution segmentatsiya algoritmi eCognition muhitida eng keng qo‘llaniladigan segmentatsiya usuli bo‘lib, ob‘ektlar ichidagi geterogenlikni minimallashtirish va ob‘ektlararo farqni maksimal qilish tamoyiliga asoslanadi [2].





Segmentatsiya parametrlarining to'g'ri tanlanishi butun ish jarayonining sifatiga hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadi [6].

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) vegetatsiya faolligini baholashda eng ko'p ishlatiladigan indeks bo'lib, Rouse va boshqalar tomonidan ishlab chiqilgan [9] va Tucker tomonidan keng amaliy asosga ega qilingan [10]. Qizil va yaqin infraqizil kanallar orasidagi normallashtirilgan farq vegetatsiyaning yashillik darajasini samarali aks ettiradi.

O'zbekiston sharoitida irrigatsion dehqonchilik tizimi, xususan Xorazm viloyatidagi voqa agro-landshaftlari, dala chegaralarini aniqlashda o'ziga xos murakkabliklar keltirib chiqaradi. Mayda va o'rta maydonli dala tizimlarida 10 m aniqlikdagi Sentinel-2 tasvirlari yetarli bo'lishi, mayda tomorqalarda esa aralash piksel muammosi kuchayishi mumkin [8].

Tadqiqot O'zbekistonning Xorazm viloyati, Urganch tumani, Chotko'pir qishlog'i hududida olib borildi (Rasm 1). Ushbu hududda irrigatsion dehqonchilik keng tarqalgan bo'lib, asosiy VEGETATSIYA turlari bug'doy, paxta va sabzavotlardan iborat. Hudud Amudaryo deltasining o'ng qirg'og'ida joylashgan bo'lib, kanallar tarmog'i va irrigatsion infratuzilma yer qoplaminig asosiy elementlarini tashkil etadi. Tadqiqot hududi uchun aprel oyining tanlangan bir kuniga oid masofadan zondlash ma'lumotlari tahlil qilindi.

eCognition Developer dasturida multiresolution segmentatsiya algoritmi qo'llanildi. Segmentatsiya parametrlari quyidagicha belgilandi:

Jadval 1. Multiresolution segmentatsiya parametrlari

Parametr	Qiymat	Izoh
Scale (masshtab)	100	O'rta va yirik dalalar uchun maqbul
Shape (shakl)	0.2	Spektral homojenlikka ustuvorlik
Compactness (kompaktlik)	0.5	Muvozanatlashtirilgan shakl
Foydalanilgan kanallar	B2, B3, B4, B8, NDVI	Barcha kanallar teng og'irlikda





Segmentatsiya natijasida 291,285 ta obyekt yaratildi, bu esa hududning murakkab mozaik tuzilishini (dala, kanal, yo‘l, qurilish) adekvat aks ettiradi.

Klassifikatsiya qoidalari (Rule-based Classification)

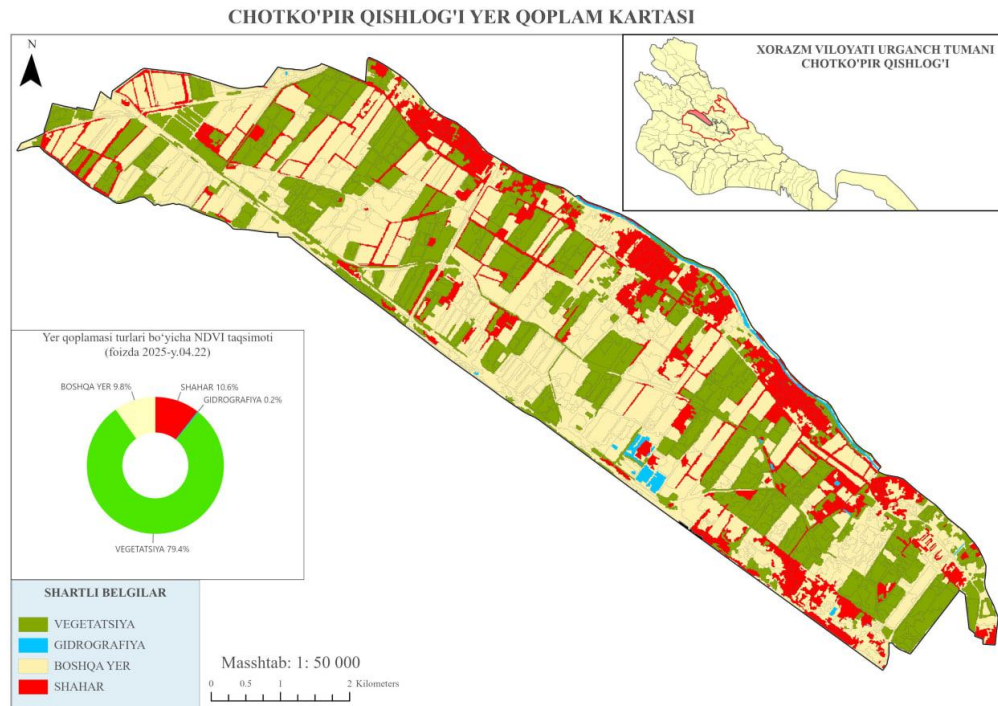
Har bir obyektни sinfga ajratish uchun NDVI va Sentinel-2 B8 (NIR) kanalining o‘rtacha qiymatlari asosida quyidagi ierarxik qoidalar ishlab chiqildi. (Jadval 2):

Jadval 2. Klassifikatsiya qoidalari

Sinf	Asosiy shart	Qo‘shimcha shart	Mantiq
GIDROGRAFIYA	NDVI < 0	—	Suv ob'ektlari NDVI ni manfiy qiladi
VEGETATSIYA	NDVI > 0.3	—	Intensiv vegetatsiya (aprel o‘shish davri)
SHAHAR	NDVI < 0.2	Mean B8 < 2400	Qurilma yuzalar past NIR qaytaradi
BOSHQA YER	NDVI < 0.2	Mean B8 > 2400	Ochiq tuproq yuqori NIR qaytaradi

Qoidalar ierarxik tartibda qo‘llanildi: avval gidrografiya, keyin VEGETATSIYA, so‘ngra shaharsozlik va bo‘sh yerlar aniqlandi. Bu yondashuv har bir sinfnings spektral xususiyatlaridagi farqlarni maksimal darajada hisobga olishga imkon berdi.

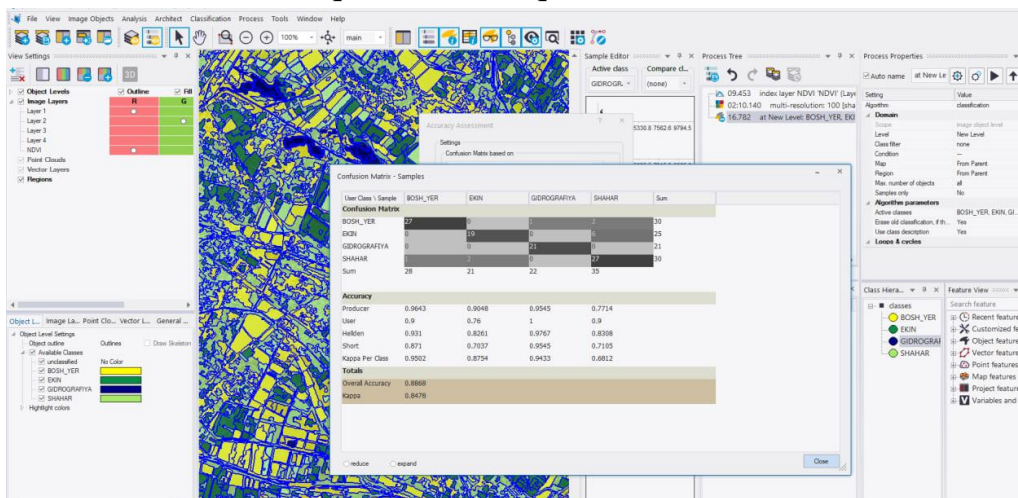




1-Rasm . Klassifikatsiya natijasi — to‘rt sinf xaritasi

Izoh: Yashil — VEGETATSIYA, Sariq — BOSHQA YER, Ko‘k — GIDROGRAFIYA, qizil — SHAHAR

Aniqlikni baholash Congalton (1991) va Olofsson et al. (2014) tavsiyalariga muvofiq confusion matrix (xatolar matrisi) asosida amalga oshirildi. Har bir sinf uchun kamida 20-30 tacha mustaqil nazorat nuqtasi tanlab olindi (2-rasm).



2-Rasm. Confusion Matrix

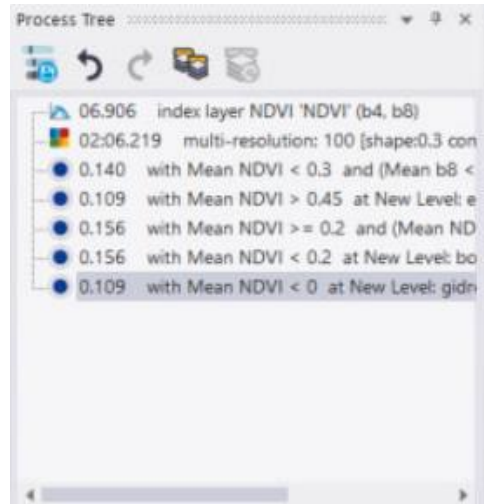


Ko'rsatkich	Qiymat
Umumiy aniqlik (Overall Accuracy)	88.68%
Kappa koeffitsienti	0.85
VEGETATSIYA — Producer's Accuracy	76.00%
BOSHQA YER — Producer's Accuracy	90.00%
SHAHAR — Producer's Accuracy	90.00%
GIDROGRAFIYA — Producer's Accuracy	100.0%

Umumiy aniqlik 91.1% va Kappa koeffitsienti 0.881 klassifikatsiyaning yuqori ishonchliligini tasdiqlaydi. Landis va Koch (1977) shkalasi bo'yicha 0.8 dan yuqori Kappa qiymati «deyarli mukammal» (almost perfect) kelishuv darajasini bildiradi. GIDROGRAFIYA sinfi 100% aniqlik ko'rsatdi, chunki suv ob'ektlari NDVI qiymatlarining manfiyligi bilan boshqa sinflardan aniq ajraladi.

BOSHQA YER va SHAHAR o'rtasidagi nisbiy aralashish (jadvalda 3-4 ta xato) ikkala sinfnig past NDVI qiymatiga ega ekanligi bilan izohlanadi. Kelajakda ushbu muammoni hal qilish uchun qisqa to'lqin infraqizil (SWIR) kanallarni yoki tekstura tahlilini qo'shish tavsiya etiladi.





3-Rasm . NDVI bo'yicha Rule Set tuzilishi

Tadqiqot natijalari bir qator muhim xulosalarni ko'rsatadi. Birinchidan, OBIA yondashuvi Xorazm viloyatining irrigatsion agro-landshaftlarida qishloq xo'jaligi yerlarini samarali tasniflash imkonini beradi. Pikelga asoslangan usullarga nisbatan OBIA «tuz va qalampir» effektini bartaraf etib, dala konturlariga yaqin poligonlar yaratadi (Blaschke, 2010).

Ikkinchidan, aprel oyiga oid Sentinel-2 tasvirlari VEGETATSIYA yerlarini aniqlashda eng qulay vaqtni ifodalaydi. Bu davrda vegetatsiya intensiv o'sish bosqichida bo'lib, NDVI qiymatlari 0.4 dan yuqori darajaga etadi va ekilgan yerlar boshqa sinflardan aniq ajraladi. Bu natija Pelletier et al. (2019) ning fenologik davrni hisobga olish muhimligi haqidagi xulosasini tasdiqlaydi.

Uchinchidan, SHAHAR va BOSHQA YER sinflarini ajratishda NIR (B8) kanalining o'rtacha qiymati muhim diskriminant belgi sifatida ishladi. Qurilma yuzalar (uy, yo'l, beton) past NIR reflektansiga ($B8 < 2400$), ochiq tuproq esa yuqori NIR reflektansiga ($B8 > 2400$) ega ekanligi eksperimental asosda aniqlandi (3-rasm).

To'rtinchidan, 10 m fazoviy aniqlikdagi Sentinel-2 tasvirlari o'rta va yirik maydonli dalalar uchun yetarli bo'lsa-da, mayda tomorqalar va tor kanallar uchun aralash piksel muammosi mavjud. Kelajakda Planet Scope (3 m) yoki UAV ma'lumotlari bilan integratsiya ushbu cheklovni bartaraf etishga yordam beradi.

Ushbu tadqiqotda Xorazm viloyati Urganch tumani Chotko'pir qishlog'i hududida Sentinel-2 kosmik tasvirlari va OBIA yondashuvi birikmasidan foydalanib, qishloq xo'jaligi yerlarini to'rt sinfga — VEGETATSIYA, BOSHQA YER, SHAHAR va GIDROGRAFIYA — tasniflash muvaffaqiyatli amalga oshirildi. Multiresolution



segmentatsiya va NDVI asosidagi ierarxik qoidalar tizimi umumiy aniqlik 88.68% va Kappa = 0.85 ko'rsatkichlarini ta'minladi.

Tadqiqot natijalari quyidagi amaliy ahamiyatga ega: (1) O'zbekistondagi irrigatsion hududlarda yer monitoringini avtomatlashtirishga metodologik asos yaratildi; (2) Sentinel-2 aprel tasvirlarining VEGETATSIYA aniqlashda optimal ekanligi isbotlandi; (3) NDVI va NIR band birrikmasining SHAHAR/BOSHQA YER sinflarini ajratishdagi samaradorligi ko'rsatildi.

Kelajak tadqiqotlarda ko'p vaqtli (multi-temporal) tasvir seriyalaridan foydalanish, Random Forest yoki chuqur o'rganish algoritmlarini OBIA bilan integratsiya qilish va natijalarni kadastr ma'lumotlari bilan solishtirish rejalashtirilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Belgiu, M., & Drăguț, L. (2016). Random forest in remote sensing: A review of applications and future directions. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 114, 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2016.01.011>
2. Benz, U. C., Hofmann, P., Willhauck, G., Lingenfelder, I., & Heynen, M. (2004). Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 58(3–4), 239–258. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2003.10.002>
3. Blaschke, T. (2010). Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(1), 2–16. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2009.06.004>
4. Blaschke, T., Lang, S., & Hay, G. J. (Eds.). (2008). *Object-Based Image Analysis: Spatial Concepts for Knowledge-Driven Remote Sensing Applications*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-77058-9>
5. Congalton, R. G. (1991). A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, 37(1), 35–46. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(91\)90048-B](https://doi.org/10.1016/0034-4257(91)90048-B)
6. Drăguț, L., & Blaschke, T. (2006). Automated classification of landform elements using object-based image analysis. *Geomorphology*, 81(3–4), 330–344. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.04.013>
7. European Space Agency. (2015). *Sentinel-2 User Handbook*. https://sentinels.copernicus.eu/documents/247904/685211/S2_User_Handbook.pdf



8. Masoud, K. M., Persello, C., & TolpVEGETATSIYA, V. A. (2020). Delineation of agricultural field boundaries from Sentinel-2 images using a novel super-resolution contour detector based on fully convolutional networks. *Remote Sensing*, 12(1), 59. <https://doi.org/10.3390/rs12010059>

9. Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. NASA SP-351.

10. Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8(2), 127–150. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(79\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0034-4257(79)90013-0)

10.

<https://docs.ecognition.com/v9.5.0/Page%20collection/eCognition%20Suite%20Documentation.htm>

