

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

2026-YIL

OKTABR/ 10-SON, I-QISM



Milliy nashrlar

OAK: <https://oak.uz/pages/4802>

05.00.00 – Texnika fanlari

08.00.00 – Iqtisodiyot fanlar



Google
Scholar

ISSN
INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

OpenAIRE



ISSN: 3060-463X

РЭУ.РФ
ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА
ТАШКЕНТСКИЙ ФИЛИАЛ



muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Elektron nashr, 2026-yil, oktabr.

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

Shakarov Zafar G'afforovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, PhD, dotsent

Tahrir hay'ati:

Abduraxmanov Kalendar Xodjayevich, O'z FA akademigi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Sharipov Kongratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori, professor

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shaumarov Said Sanatovich, texnika fanlari doktori, professor

Turayev Bahodir Xatamovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Allayeva Gulchexra Jalgasovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Arabov Nurali Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Xamrayeva Sayyora Nasimovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bobonazarova Jamila Xolmurodovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Irmatova Aziza Baxromovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Mahammadjon To'ychiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor,

Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Amanov Otabek Amankulovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Qurbonov Samandar Pulatovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Zikriyoyev Aziz Sadulloyevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tabayev Azamat Zaripbayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sxay Lana Aleksandrovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Ismoilova Gulnora Fayzullayevna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kasimova Nargiza Sabitdjanovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kalanova Moxigul Baxritdinovna, dotsent

Ashurzoda Luiza Muxtarovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sharipov Sardor Begmaxmat o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tursunov Ulug'bek Sativoldiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent

Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD

Botirov Bozorbek Musurmon o'g'li, Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)

Jo'raeva Malohat Muhammadovna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor.

Yusupov Maxamadamin Abduxamidovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor

Kalonova Moxigul Baxritdinovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi (PhD), dotsent

Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor.

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Norboyev Odil Abrayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Pardaev Umidjon Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Xolmirzayev Ulug'bek Abdulazizovich, Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc)

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

- 05.01.00 – Axborot texnologiyalari, boshqaruv va kompyuter grafikasi
- 05.01.01 – Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va video texnologiyalari
- 05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash
- 05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari
- 05.01.04 – Hisoblash mashinalari, majmualari va kompyuter tarmoqlarining matematik va dasturiy ta'minoti
- 05.01.05 – Axborotlarni himoyalash usullari va tizimlari. Axborot xavfsizligi
- 05.01.06 – Hisoblash texnikasi va boshqaruv tizimlarining elementlari va qurilmalari
- 05.01.07 – Matematik modellash
- 05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
- 05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
- 05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
- 05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta'minoti
- 05.04.01 – Telekommunikatsiya va kompyuter tizimlari, telekommunikatsiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
- 05.05.03 – Yorug'lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
- 05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
- 05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
- 05.06.01 – To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
- 05.08.03 – Temir yo'l transportini ishlatish
- 05.08.06 – "G'ildirakli va gusenisali mashinalar va ularni ishlatish" (texnika fanlari)
- 05.09.01 – Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlar
- 05.09.04 – Suv ta'minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini muhofazalovchi qurilish tizimlari
- 10.00.06 – Qiyosiy adabiyotshunoslik, chog'ishtirma tilshunoslik va tarjimashunoslik
- 10.00.04 – Yevropa, Amerika va Avstraliya xalqlari tili va adabiyoti
- 08.00.01 – Iqtisodiyot nazariyasi
- 08.00.02 – Makroiqtisodiyot
- 08.00.03 – Sanoat iqtisodiyoti
- 08.00.04 – Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti
- 08.00.05 – Xizmat ko'rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
- 08.00.06 – Ekonometrika va statistika
- 08.00.07 – Moliya, pul muomalasi va kredit
- 08.00.08 – Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
- 08.00.09 – Jahon iqtisodiyoti
- 08.00.10 – Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
- 08.00.11 – Marketing
- 08.00.12 – Mintaqaviy iqtisodiyot
- 08.00.13 – Menejment
- 08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
- 08.00.15 – Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
- 08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
- 08.00.17 – Turizm va mehmonxona faoliyati

Ma'lumot uchun, OAK
Rayosatining 2024-yil 28-avgustdagi 360/5-son qarori bilan "Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxati"ga texnika va iqtisodiyot fanlari bo'yicha "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali ro'yxatga kiritilgan.

Muassis: "Tadbirkor va ishbilarmon" MChJ

Hamkorlarimiz:

1. Toshkent shahridagi G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti
2. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
3. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universiteti
4. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
5. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
6. Toshkent davlat transport universiteti
7. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
8. Toshkent kimyo-texnologiya universiteti
9. Jizzax politexnika instituti



MUNDARIJA

LEARNING TRAJECTORIES OF INCLUSIVE LEARNERS IN AN INTENSIVE PEER-TO-PEER LEARNING ENVIRONMENT: POOL-TO-MAIN-TRACK TRANSITION AND PERSISTENCE	9
Ibrojimova Nodira	
DON MAHSULOTLARI KORXONALARIDA RESURSLARDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI BAHOLASH VA TAKOMILLASHTIRISH YO'LLARI	14
Aipova Iroda Ikramovna	
BOSHQARUV HISOBOTI SIFATINI BAHOLASH, ICHKI NAZORAT VA AUDIT MEKANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH.....	18
Eshniyazova Yulduz Yuldashbayevna	
KONTREYLER TASHISHLARINI TASHKIL ETISHDA YUK OQIMLARINI TRANSPORT TARMOG'I BO'YICHA TAQSIMLASH.....	22
Yakupbayev Xamid, Myxamedova Ziyoda, Boboyev Diyor	
QUYOSH ENERGIYASI ASOSIDAGI NAMLANTIRISH-BUG'LANTIRISH USULIDAGI CHUCHUKLASHTIRISH TEXNOLOGIYALARI: TIZIM VA KOMPONENT DARAJASIDAGI INNOVATSIYALARNING TAHLILIIY SHARHI.	28
G'afurova Marjona Tolib qizi	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ОЦЕНКЕ КРЕДИТНОГО РИСКА В КОММЕРЧЕСКИХ БАНКАХ	34
Джуманиязов Икрам Каримбаевич	
BANK RISKLARINI BOSHQARISHDA INTELLEKTUAL TEXNOLOGIYALAR: XORIJIY TAJRIBA VA O'ZBEKISTONDA BARQAROR MOLIYAVIY RIVOJLANISH UCHUN YO'NALISHLAR	40
Mirsoatov Alisher Qudratullayevich	
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ГЛАСПИРИНА.....	48
Р. К. Каримов, С. С. Саидов, Ф. Ахмедова	
O'ZBEKISTONDA VALYUTA SIYOSATI ORQALI IQTISODIY RIVOJLANISHNI TA'MINLASH TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH YO'LLARI.....	53
Norbaeva Muxlisa Akram qizi	
MARKAZLASHTIRILGAN KAPITAL QO'YILMALAR HISOBIGA MOLIYALASHTIRILADIGAN QURILISH OBYEKTLARIDA XARAJATLAR TARKIBINING DINAMIK TAHLILI.....	63
Bozorov Bobur Haqberdiyevich	
"TUMSHUKTAU" KONI TEXNOLOGIK NAMUNASINI SORBSION SIANLASH ORQALI QIMMATBAHO METALLAR AJRATIB OLISH DARAJASINI TADQIQ QILISH.....	70
Xolmurodov Feruzjon, Raupov Subhonjon	
KONSALTING KOMPANIYALARIDA RAQAMLI TRANSFORMATSIYA JARAYONLARINI STRATEGIK BOSHQARISH MEKANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH.....	75
Ermamatova Shohsanam Ermamat qizi	
РОЛЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В РАЗВИТИИ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ: ОПЫТ УЗБЕКИСТАНА ..	81
Абдураимова Нилуфар Хусеновна	
FACTORS INFLUENCING CUSTOMER TRUST AND BRAND PERCEPTION IN INSURANCE COMPANIES: PERSONAL EXPERIENCE, BORROWED EXPERIENCE AND THE ASYMMETRY OF THE CLAIM	87
Ibragimova Maftunakhon Shukhratjon kizi	
TIBBIY BOG'LOV MATERIALLARI ISHLAB CHIQRISH JARAYONIDA HOSIL BO'LADIGAN OQOVA SUVLAR VA ULARNI TOZALASH IMKONIYATLARI	94
Abdullayeva D.K., Bozorboyeva L.U.	
O'ZBEKISTONDA ONKOLOGIK KASALLIKLAR BILAN KASALLANISHNING BOLALAR STATISTIK TAHLILI	98
Yakubov Maksadxan, To'ychiyeva Dilnavozxon	



ORTOTROP PARALLELEPIPED MASALASINI DEFORMATSIYA NAZARIYASI ASOSIDA SONLI YECHISH	103
Yusupov Yusufbay, Yusupova Nazokat	
TRIKOTAJ MATOLARINING KO'P DAVRLI CHO'ZILISH DEFORMATSIYASINI MATEMATIK	
MODELLASHTIRISH VA REGRESSIYA TAHLILI	113
Axmedova Moxinur Fayzullo qizi, Ubaydullayeva Dilara Hamidovna	
MASHINASOZLIK ISHLAB CHIQRISHIDA 3D MODELLASHTIRISHNING ROLI	119
Usmonov Abbos Valijon o'g'li	
BUYUMLAR INTERNETIDA XAVFSIZLIK VA MAXFIYLIKNI BOSHQARISHNING INTEGRATSIYALASHGAN	
KONSEPTUAL MODEL	123
Habibjonova Guldofarid Murodjon qizi	
TURISTIK BRENDNI RAQAMLI MARKETING VOSITALARI ASOSIDA SHAKLLANTIRISH VA ILGARI	
SURISHNING TASHKILIY-IQTISODIY MEXANIZMI	131
Tursunova Shaxnoza Farxod qizi	
TABIIY GAZNI NORDON GAZLARDAN TOZALASH JARAYONINING TEXNOLOGIK SXEMASI VA ABSORBER	
QURILMASINING ISHLASH SAMARADORLIGI	137
Nazarov Feruz, Abdirashidov Durbek, Nazarov Farxod	
O'ZBEKISTON OLIY TA'LIM TIZIMIDA IQTISODIY FAOLIYAT VA ADAPTIV BOSHQARUVNING	
ZAMONAVIY HOLATI TAHLILI	142
O'lmasxo'jayev Zoirxo'ja Abbos o'g'li	
NUMERICAL MODELING OF THREE-PHASE OIL-GAS-WATER FILTRATION IN A SINGLE-LAYER TWO-	
DIMENSIONAL POROUS MEDIUM	147
Ismailov Shixnazar, Artikbaeva Gulstan	
MEVA TERISH MASHINASI VA TIRKAMA AGREGATINING TORMOZLANISH JARAYONIDA ILMOQ KUCHI	
VA G'ILDIRAKLARGA TA'SIR ETUVCHI REAKSIYA KUCHLARINI NAZARIY TAHLIL QILISH	154
Norchayev Davron, Sardor Nigmatjonov, Norchayev Jaloliddin, Norchayev Rustam	
TARTIBGA SOLINADIGAN TARIF SHAROITIDA ELEKTR TARMOQLARI AKTIVLARINING	
QADRSIZLANISH TESTI MODEL	160
Mardanov Muzaffar Xolboyevich	
ФИНАНСОВЫЙ АНАЛИЗ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ	
ПРЕДПРИЯТИЯ	166
Нигмонходжаев А. А.	
CONTINUOUS-CIRCULATION CALORIMETRY AND FLOW-SPLIT UNCERTAINTY IN A TWO-BRANCH	
SOLAR RADIANT-FLOOR SYSTEM WITH MACROENCAPSULATED RT52	171
Jurabek Kamolov, Sokhib Temirov, Marjona Makhmudova	
CONTINUOUS-CIRCULATION CALORIMETRY AND FLOW-SPLIT UNCERTAINTY IN A TWO-BRANCH	
SOLAR RADIANT-FLOOR SYSTEM WITH MACROENCAPSULATED RT52	171
Jurabek Kamolov, Sokhib Temirov, Marjona Makhmudova	
XIZMAT KO'RSATISH SOHASINING INNOVATSION RIVOJLANISH DARAJASINI BAHOLASH	
METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH	178
Erdonov Muhammadamin Erdon o'g'li	
OBODONLASHTIRISH XIZMATLARI SUBYEKTLARIDA AN'ANAVIY KALKULYATSIYA USULLARINI	
TAKOMILLASHTIRISH	186
Sohibov Axmatjon Fazliddinovich	
KOMBINATSIYALASHGAN HAVZALI QUYOSH SUV CHUCHUTGICH QURILMASI HAVO KOLLEKTORINING	
HARORAT REJIMINI TAJRIBAVIY TADQIQ ETISH	192
Ibragimov Umidjon, Avanesov Tigran, Mirzayorova Sevara	
СОВРЕМЕННЫЕ СТРАТЕГИИ РАСШИРЕНИЯ КЛИЕНТСКОЙ БАЗЫ КОММЕРЧЕСКИХ БАНКОВ	197
Янгибоев Фуркат Баходирович	
TIJORAT BANKLARIDA MOLIVAVIY XIZMATLAR SIFATINI OSHIRISH YO'LLARI	203
Valiyev Doniyor Baxtiyor o'g'li	



OPPORTUNITIES FOR ACHIEVING ECONOMIC STABILITY IN UZBEKISTAN THROUGH EXPORT DEVELOPMENT AND INVESTMENT.....	210
Feruzbek Otaboev	
UZUMZORLAR UCHUN ROSTLANUVCHI AGROFOTOELEKTRIK QURILMALARDA MODULLARNING MAVSUMIY QIYALIGINI TANLASHNING RADIATION-ENERGETIK METODIKASI	220
Shog'o'chqorov Sanjar, Raxmatov Anvar, Abdufattoyeva Elnuraxonposhsho	
MICE SEGMENTINI MILLIY STATISTIKA TIZIMIDA HISOBGA OLIH: SATELLIT-HISOB VA INDIKATORLAR TIZIMI METODOLOGIYASI	226
Musayeva Sayyora Abduvaxitovna	
RESEARCH INTO THE PROCESS OF OBTAINING A NEW GRADE OF BITUMEN	232
Dustov Khamro, Panoev Erali, Salimov Khalim	
CLASSIFICATION OF PHASE-CHANGE MATERIALS: A BRIEF REVIEW.....	237
B.A. Hikmatov, M.S. Mirzaev	
ОБ АЛГОРИТМАХ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПРОСТЫХ ЧИСЕЛ И ФАКТОРИЗАЦИИ.....	244
Махмудов Адил, Хусаинов Наримон	
YASHIL IQTISODIYOTNI RIVOJLANTIRISHDA BARQAROR TRANSPORTNING O'RNI.....	251
Egamnazarov Bexzod Bahromjon o'g'li	
KICHIK VA O'RTA BIZNES SUBYEKTLARIDA RAQAMLI MARKETING SALOHİYATI VA BOSHQARUV KOMPETENSIYALARINING O'SISH SUR'ATLARIGA TA'SIRI	258
Ro'ziyev Abdurahmon Rustam o'g'li	
KOSSER DOIRAVIY SILINDRIDA BUROVCHI TO'LQINLAR: CHASTOTA TENGLAMASI VA UZUN TO'LQIN TEZLIGINING O'LCHAM EFFEKTI.....	264
Mirzoyeva G. T.	
MULK QIYMATINI BAHOLASH JARAYONINI RAQAMLASHTIRISHNING ILMIY-METODIK ASOSLARINI TAKOMILLASHTIRISH.....	273
Jaloliddinova Mohira Alisher qizi	
KO'ZI OJIZ TALABALAR UCHUN MATEMATIK FORMULALAR, JADVALLAR VA GRAFIKLARNI AVTOMATIK AUDIO VA BRAYL TASVIRIGA O'GIRUVCHI DASTURIY KOMPLEKS YARATISH	278
O'rolov Sherzod Muzaffar o'g'li	
TIJORAT BANKLARIDA KREDIT OLUVCHI MIJOZLARNING KREDITGA LAYOQATLILIGINI BAHOLASH.....	287
Turdiyev Eralijon Muxtarovich	
QUYOSH ENERGIYASIDAN FOYDALANIB, NAMLATIB-BUG'LATISH USULIDA SHO'R SUVNI CHUCHUKLANTIRISH BO'YICHA TADQIQOTLARNING BIBLIOMETRIK TAHLILI.....	293
G'afurova Marjona, Sharifova Madina	
MODA BRENDLARINI BOSHQARISHDA MARKETING MENEJMENTI VA ISTE'MOLCHILAR XULQ-ATVORINING O'ZARO TA'SIRINI BAHOLASH	300
Abdumajitova Adolat Bahrom qizi	
RAQAMLI FAYLLAR YAXLITLIGINI MERKLE DARAXTI ASOSIDA TEKSHIRISH MODEL.....	305
Turdibekov Baxtiyor Baxodir o'g'li	
MASOFAVIY BANK XIZMATLARIDAN FOYDALANISH DARAJASI ASOSIDA MOLIYAVIY OMMABOPLIKNI OSHIRISH MEXANIZMLARI	311
Kasimova Muxlisa Anvar qizi	
QISHLOQ XO'JALIGIDA RESURLARDAN SAMARALI FOYDALANISHNI BOSHQARISHNING IQTISODIY VA HISOB-TAHLILIY JIHATLARI	316
Arslonov Abduqodir Karomatovich	
XAVFLI QUYILUVCHAN YUKLARNI TASHISHDA YUKNING DINAMIK HOLATIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR VA TRANSPORT JARAYONI SAMARADORLIGINING ILMIY ASOSLARI.....	322
Fayzullayev G'aybullo O'ktamovich	
ЎЗБЕКИСТОНДА ИСЛОМИЙ МОЛИЯЛАШТИРИШ ТИЗИМИНИ РИВОЖЛАНТИРИШДА ТАШКИЛИЙ ВА ҲУҚУҚИЙ АСОСЛАР.....	330
Ходжаев Азиз Шовкатович	



RAQAMLI TRANSFORMATSIYA SHAROITIDA TIBBIY TADBIRKORLIK MOHIYATI VA UNING IQTISODIYOTDAGI O'RNI	337
Abduturapova Dildora Farxodjon qizi	
KORXONALARDA IQTISODIY BARQARORLIKNI TA'MINLASH MEXANIZMINI TAKOMILLASHTIRISHNING STRATEGIK YO'NALISHLARI	341
Iminova Nargizaxon Akramovna	
GIDROTO'PLASH ELEKTR STANSIYALARI NASOS QURILMALARINI MUQOBIL ENERGIYA MANBALARI BILAN INTEGRATSIYALASH	345
Quvatov Ulugbek, Abdirazakov Akbar, Qulmatov Sanjar	
YASHIL IQTISODIYOT TAMOYILLARI VA ORGANIK MEVA-SABZAVOT ISHLAB CHIQUV O'RTASIDAGI UYG'UNLIK	351
Shavqidinova Dilnavoz	
XORAZM VILOYATI OZIQ-OVQAT SANOATI DINAMIKASI O'RTASIDAGI BOG'LIQLIK TAHLILI	357
Xolmuratov Jamshidbek Xayrulla o'g'li	
SVETOFORLARNI BOSHQARISH TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH ORQALI CHORRAHALARDA HARAKAT XAVFSIZLIGINI OSHIRISH	364
Zikriyoyev Shaxzod, Po'latov Taxirjan	
DIGITAL MONITORING, ESG PERFORMANCE AND CIRCULAR RESOURCE MANAGEMENT IN MINING BASED ON THE CASE OF NAVOI MMC	370
Kurbanova Mehriniso Nematjanovna	
IJTIMOIIY HIMOYA TIZIMIDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH YO'NALISHLARINI TAKOMILLASHTIRISH MEXANIZMLARI	375
Muxtorov Ulug'bek Xayotjonovich	
TA'MINOT ZANJIRLARIDA MATRITSALI BOSHQARUV TUZILMASI	381
Amirqulov Sardorbek, Rustamov Xondamir, Sevara Aytieva	
O'QUVCHILARNING MUSTAQIL FAOLIYATINI PEDAGOGIK BOSHQARISHNING MOHIYATI VA METODIK ASOSLARI	386
Qo'ysinova Gavxar Xaydaraluyevna	
TA'LIM MUASSASALARIDA DARS JADVALINI SHAKLLANTIRISH JARAYONINI AVTOMATLASHTIRISHNING NAZARIY VA AMALIY ASOSLARI	392
Abdug'aniyev Bekzod, Jumanova Sevinch	
SUN'IY GENERATSIYA QILINGAN VIZUAL OBYEKT LARNI ANIQLASH USULLARI TAHLILI	399
Xakimbekov Doniyorbek Tursunpo'lot o'g'li, Usmanbayev Doniyorbek Shuxratovich	
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАГНЕТАТЕЛЯ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ	404
Нуров С.С., Мысаев А.Х.	
AXBOROT OQIMLARINING CHIQISH KANALLARIDAGI ZAIFLIK LARNI ANIQLASH VA AXBOROT XAVFSIZLIGI RISKLARINI BAHOLASH MODELINI TAKOMILLASHTIRISH	408
Meliqo'ziyev Rustambek, Meliquziyev Murodbek	
QORAQALPOQ TILI MATN LARIDA NOMLANGAN OBYEKT LARNI ANIQLASH ALGORITMLARI VA KORPUSNI SHAKLLANTIRISH METODOLOGIYASI	416
Kalmuratov Bekbosin, Uzakbaev Jangeldi, Rzambetova Suliwxan	
KORXONALARNING MOLIYA FAOLIYATIDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARNI QO'LLASHNING ZAMONAVIY USULLARI VA MEXANIZMLARI	422
Ko'chimov Jahongir Shuhrat o'g'li	
SANOAT KORXONALARNING STRATEGIK RIVOJLANISHINI BOSHQARISH TIZIMINI INNOVATSION YONDASHUV LARI ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH	427
G.B. Shanazarova, Djurayeva Marvabonu	
KICHIK BIZNESNING INNOVATSION FAOLIYATINI MOLIYALASHTIRISH MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH	433
Abdullayeva Shaxnoza Esonovna	



MAMLUKAT EKSPORT DIVERSIFIKATSIYASINING USTUVOR YO'NALISHLARI	438
Toshboyev Muzaffar Muhtorovich	
YUQORI KUCHLANISHLI TAQSIMLASH USKUNALARIDA ELEKTR YOYINI OPTIK ANIQLASH QURILMASI VA DASTURIY TA'MINOTINI ISHLAB CHIQISH, LABORATORIYA PROTOTIPI VA VERIFIKATSIYA METODIKASI	446
Maxmudov Maxsud, Mirzoyev Narzullo, Inoyatov Inoyatxo'ja	
RAQAMLASHTIRISH SHAROITIDA AGROSANOAT KORXONALARIDA RAQAMLI MARKETING MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH	457
Sotqinov Xolmurodjon Ibrohimjon o'g'li	
O'ZBEKISTON BANKLARIDA DEPOZIT RESURSLARINI JALB ETISH AMALIYOTINI TAKOMILLASHTIRISHNING LIKVIDLIK BARQARORLIGIGA TA'SIRI	462
Xolmatov Azizjon Avazxon o'g'li	
GIPERSPEKTRAL TASVIRLARNI TASNIFLASHDA FAZOVIIY SIZIB CHIQISH NIMANI O'LCHAYDI? YAQINLIK, KO'RILMAGAN SINFLAR VA SINFLAR TARKIBIGA AJRATISH	469
Tuxtamurodov Nozir Ulmas o'g'li	



GIPERSPEKTRAL TASVIRLARNI TASNIFLASHDA FAZOVIIY SIZIB CHIQISH NIMANI O'LGAYDI? YAQINLIK, KO'RILMAGAN SINFLAR VA SINFLAR TARKIBIGA AJRATISH

Tuxtamurodov Nozir Ulmas o'g'li

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti o'qituvchisi, PhD.

E-mail: nozir9407@gmail.com

Annotatsiya. Piksellar o'qitish va test to'plamlariga tasodifiy taqsimlanganda, giperspektral tasniflagichlarning aniqligi amaldagidan yuqori baholanadi. Ushbu tadqiqotda mazkur oshish qabul qiluvchi maydonga ega bo'lmagan ikkita tasniflagich yordamida uchta sahnada o'lchandi va uchta tarkibiy qismga ajratildi: fazoviy yaqinlik, o'qitish jarayonida birorta ham pikseli ishtirok etmagan sinflar hamda test to'plamining tarkibi. Blokli va buferli ajratish usullari bilan taqqoslaganda, aniqlikdagi farq 10,7–47,4 foiz punktni tashkil etdi. Pavia University sahnasida ushbu farqning 70–78 foizi fazoviy yaqinlik bilan emas, balki o'qitishda ishtirok etmagan sinflar bilan izohlanadi. Blok o'lchami 32 piksel bo'lganda, Salinas sahnasining bitta ajratilishida 10 ta sinf o'qitish jarayonidan butunlay chetda qoladi.

Kalit so'zlar: giperspektral tasvir, tasniflash, fazoviy avtokorrelyatsiya, ma'lumotlarning sizib chiqishi, baholash protokoli, blokli ajratish, eng yaqin qo'shni.

Аннотация. При случайном распределении пикселей между обучающей и тестовой выборками точность гиперспектральных классификаторов оказывается завышенной. В настоящем исследовании величина этого завышения была измерена на трёх сценах с использованием двух классификаторов, не имеющих рецептивного поля, и разложена на три составляющие: пространственную близость, классы, не представленные ни одним пикселем в обучающей выборке, и состав тестовой выборки. По сравнению с блочным разделением и разделением с буферной зоной разница составила 10,7–47,4 процентного пункта. Для сцены Pavia University 70–78 % этой разницы обусловлено не пространственной близостью, а классами, отсутствующими в обучающей выборке. При размере блока 32 пикселя одно из разбиений сцены Salinas полностью исключает 10 классов из процесса обучения.

Ключевые слова: гиперспектральное изображение, классификация, пространственная автокорреляция, утечка данных, протокол оценки, блочное разделение, метод ближайшего соседа.

Abstract. When pixels are randomly assigned to training and test sets, the accuracy of hyperspectral classifiers is overestimated. In this study, the magnitude of this overestimation was measured across three scenes using two classifiers with no receptive field and decomposed into three components: spatial proximity, classes with no pixels represented in the training set, and test-set composition. Compared with block-based and buffer-based splitting, the accuracy difference ranged from 10.7 to 47.4 percentage points. For the Pavia University scene, 70–78% of this difference is attributable not to spatial proximity but to classes absent from the training set. With a block size of 32 pixels, one split of the Salinas scene leaves 10 classes entirely excluded from training.

Keywords: hyperspectral imagery, classification, spatial autocorrelation, data leakage, evaluation protocol, block-based splitting, nearest neighbor.

KIRISH

Giperspektral tasvirda har bir pikselning qaytarish koeffitsiyenti yuzlab tor spektral kanallarda qayd etiladi. Bunday tasvirlarni o'qituvchili tasniflash masofadan zondlashning odatiy masalalaridan biri [1, 2]. Qishloq xo'jaligi monitoringida ham u keng qo'llaniladi; biz ilgari ekinlar va o'simlik kasalliklarini tasvir bo'yicha aniqlash ustida ishlaganmiz [3, 4]. Etalon (benchmark) sahnalardagi aniqlik ko'pincha tasodifiy ajratish uchun keltiriladi: har bir belgilangan piksel joylashuvidan qat'i nazar o'qitish yoki test to'plamiga tushadi. Lekin yer qoplamini xaritasida qo'shni piksellar o'zaro kuchli korrelyatsiyalangan. Shu sababli tasodifiy ajratishda ko'plab test piksellarining spektral jihatdan deyarli aynan nusxalari o'qitish to'plamida bo'ladi va aniqlik bahosi optimistik chiqadi. Muammo yer qoplamini xaritalashda ancha oldin aniqlangan [5, 6], spektral-fazoviy tasniflagichlar uchun tahlil qilingan [7, 8], chuqur tarmoqlar uchun esa sharh maqolasida ko'rib chiqilgan [9]. Aslida bu

mashinali o'qitishdagi sizib chiqish [10, 11] va model validatsiyasidagi fazoviy bog'liqlik [12, 13] kabi kengroq muammolarning xususiy holi.

Odatda bu muammo fazoviy kesishmaydigan ajratish bilan hal qilinadi. Sahna bloklarga bo'linadi, bloklar butunligicha o'qitish yoki test to'plamiga beriladi, o'qitish bloklari atrofidagi bufer zonasi esa testdan olib tashlanadi. Tasodifiy ajratishdagi aniqlik bilan shunday ajratishdagi aniqlik orasidagi farq keyin sizib chiqishning kattaligi deb talqin qilinadi. Bu talqin ikki ajratish faqat test piksellerining o'qitish pikselleriga qanchalik yaqinligi bilan farq qiladi, degan farazga tayanadi. Lekin farqlar shu bilan tugamaydi. Etalon sahnalardagi belgilangan hududlar ixcham dalalardan iborat, shuning uchun blokli ajratish biror sinfning barcha piksellerini test to'plamiga joylab qo'yishi mumkin. Bunday sinf o'qitishda umuman uchramaydi va uning barcha test piksellari muqarrar ravishda noto'g'ri tasniflanadi. Blokli ajratish test to'plamining sinflar tarkibini ham o'zgartiradi.

Ushbu maqolada o'lgangan farqning qancha qismi har bir sababga to'g'ri kelishi o'rganiladi. Ishning natijalari quyidagilardan iborat.

Qabul qiluvchi maydoni bo'lmagan ikki tasniflagich yordamida uchta standart sahnada farqni o'lchash (shu yo'l bilan tasvir fragmentlarining ustma-ust tushishi istisno qilinadi); o'rtacha aniqlik va Koen kappa koeffitsiyenti ham keltiriladi.

Ikki sahnada blok o'lchami va bufer kengligi bo'yicha parametrik tahlil.

Farqni yaqinlik, ko'rilmagan sinflar va tarkib hadlariga aniq additiv yoyish.

Fazoviy kesishmaydigan baholash natijalarini taqdim etish bo'yicha amaliy tavsiyalar.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Tasodifiy piksel ajratishning optimistik natija berishi dastlab past ruxsatli yer qoplami xaritalarida qayd etilgan: u yerda bir xil bir jinsli hududlardan olingan o'qitish va test piksellari o'zaro mustaqil emas [5, 6]. Giperspektral tasvirlar uchun Liang va hammualliflar [7] spektral-fazoviy usullar tasodifiy tanlovdan spektral usullarga qaraganda ancha ko'proq yutishini ko'rsatgan. Sababi shundaki, ularning belgilari test piksellerini ham qamrab oladigan qo'shnilik sohalarida hisoblanadi. Mualliflar boshqariladigan tanlov strategiyasini taklif etgan. Hänsch va hammualliflar [8] masofadan zondlash tasniflagichlari uchun umuman xuddi shu xulosaga kelgan, Nalepa va hammualliflar [14] esa o'qitish va test hududlarini bir-biridan ajratib turadigan fragmentli (patch-based) validatsiyani taklif qilgan. Audebert va hammualliflar [2] chuqur tasniflagichlarning qiyosiy sharhida fazoviy kesishmaydigan o'qitish va test to'plamlaridan foydalangan. Feng va hammualliflar [9] chuqur giperspektral tasniflashdagi sizib chiqish bo'yicha sharh tayyorlab, Pavia University sahnasida oltita tarmoq uchun tasodifiy va fazoviy ajratilgan bo'linishlar orasida 12.5–41.1 foiz punkt farqni o'lchagan.

Masofadan zondlashdan tashqari sohalarida ham fazoviy tuzilishga ega ma'lumotlar uchun tavsiya etiladigan validatsiya usuli fazoviy bloklashdir [12, 15]. Tasodifiy kross-validatsiya bilan baholangan yirik ekologik xaritalarning aniqligi sezilarli darajada oshirib ko'rsatilgani aniqlangan [13]. Kaufman va hammualliflar [10] sizib chiqishning umumiy ta'rifini beradi. Kapoor va Narayanan [11] esa u ko'plab sohalarida chop etilgan natijalarni qanday qilib shubha ostiga qo'yishini ko'rsatadi.

Bu adabiyotlarda ikki savol ochiq qolmoqda. Birinchisi: o'lchovlarning aksariyati qabul qiluvchi maydonga ega tarmoqlarda bajarilgan, shuning uchun farqda spektral o'xshashlik va fragmentlarning ustma-ust tushishi aralashib ketadi. Faqat spektral o'xshashlikka tegishli ulush kamdan-kam ajratib olinadi. Ikkinchisi: farq yaxlit holda sizib chiqish deb talqin qilinadi, holbuki blokli ajratish ayrim sinflarni o'qitishdan butunlay chiqarib tashlaydi. Sinfning yo'qligi yaqinlikka aloqador emas. Bu ajratishning belgilangan dalalar fazoviy joylashuvi bilan qanday o'zaro ta'sirlashishidan kelib chiqadigan xossa bo'lib, qo'shni pikseller mustaqil bo'lganda ham yuzaga kelaverardi. Ushbu tadqiqotda ikkala savol ham ko'rib chiqiladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Ma'lumotlar. Tadqiqotda uchta standart sahnadan foydalanildi [16]. Ularning tavsifi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Tadqiqotda foydalanilgan sahnalar¹

Scene	Size, pixels	Bands	Classes	Labelled pixels
Indian Pines	145 × 145	200	16	10,249
Pavia University	610 × 340	103	9	42,776
Salinas	512 × 217	204	16	54,129

1 Muallif ishlanmasi.



Tasniflagichlar har bir pikselning xom spektri bilan ishlaydi. Barcha kanallar faqat shu ajratishning o'qitish piksellari bo'yicha standartlashtiriladi.

Protokollar. Uchta protokol solishtiriladi; har birida belgilangan piksellarning 10% qismi o'qitishga ajratiladi.

Tasodifiy (random). Har bir sinfdan alohida tanlov olinadi: piksellarning 10% qismi o'qitishga, qolgani testga beriladi.

Blokli (block). Sahna pikseli kvadrat bloklarga bo'linadi. Bloklar aralashtiriladi va belgilangan piksellarning kamida 10% qismi o'qitishga tushguncha butunligicha o'qitish to'plamiga beriladi; qolgan bloklar test to'plamini tashkil etadi.

Blok va bufer (block+buffer). Blokli protokol bilan bir xil, faqat biror o'qitish pikselidan masofasi pikselidan oshmaydigan (Chebishev masofasi bo'yicha) test piksellari test to'plamidan chiqarib tashlanadi.

Asosiy taqqoslashda va olingan. Parametrik tahlilda va ; bunda holi blokli protokolning o'zi. Har bir konfiguratsiya tasodifiy sonlar generatorining uchta boshlang'ich qiymati (seed: 0, 1, 2) bilan takrorlanadi. Bu qiymat tasodifiy tanlovni ham, bloklarning aralashtirilishini ham o'zgartiradi.

Tasniflagichlar. Qabul qiluvchi maydoni bo'lmagan ikkita tasniflagich qo'llanildi. Birinchisi Evklid masofasiga asoslangan eng yaqin qo'shni tasniflagichi (1-NN) [17]. U umumlashtirmaydi. Har bir test pikseli uchun eng o'xshash o'qitish pikselini topadi, xolos. Shu bois uning tasodifiy ajratishdagi aniqligi test pikselining deyarli aynan nusxasi o'qitish to'plamida qanchalik tez-tez uchrashini bevosita ko'rsatadi va sizib chiqishni tekshirish uchun qulay vosita bo'lib xizmat qiladi. Ikkinchisi L2 regularizatsiyali multinomial logistik regressiya (LR). U 5000 iteratsiya chegarasi bilan o'qitildi va 27 ta ishga tushirishning barchasida yaqinlashdi. Chegara 300 iteratsiya bo'lganda ko'pchilik holatda yaqinlashuv kuzatilmadi, ammo bunda aniqliklar ko'pi bilan 0.5 foiz punktga, farqlar esa ko'pi bilan 0.4 punktga o'zgaradi. Demak, xulosalar yaqinlashuvga bog'liq emas.

Metrikalar. Umumiy aniqlik (OA) to'g'ri tasniflangan test piksellarining ulushidir. O'rtacha aniqlik (AA) sinflar bo'yicha to'liqlik (recall) qiymatlarining o'rtachasi bo'lib, balanslangan aniqlikka teng. Koen kappa koeffitsiyenti esa OA qiymatini tasodifiy moslik ta'siridan tozalaydi [18]. Farq, ya'ni sizib chiqish, quyidagicha aniqlanadi:

$$L = OA_{\text{rand}} - OA_{\text{blk}}, \quad (1)$$

bu yerda blokli yoki blok va bufer bilan ajratish protokolidagi OA, esa xuddi shu boshlang'ich qiymat bilan tasodifiy protokolda olingan OA.

Yoyilma. Blokli protokolda kamida bitta o'qitish pikseliga ega sinflar to'plamini bilan, qolgan, ya'ni ko'rilmagan sinflarga tegishli blok test piksellarining ulushini bilan belgilaymiz. Tasniflagich hech qachon ko'rmagan sinfni javob sifatida bera olmaydi, shuning uchun ko'rilmagan sinflarning har bir test pikseli noto'g'ri tasniflanadi; barcha tajribalarimizda bu shart bajarildi. Demak,

$$OA_{\text{blk}} = (1 - s) OA_{\text{seen}}, \quad (2)$$

bu yerda:

ko'rilmagan sinflarning test piksellaridagi

OA. Taqqoslash teng sharoitda bo'lishi uchun tasodifiy ajratishdagi aniqlik blokli test to'plamining ko'rilmagan qismidagi sinflar tarkibiga moslab qayta vaznlanadi:

$$OA_{\text{rand}}^w = \sum_{c \in C_{\text{seen}}} w_c a_c^{\text{rand}}, \quad w_c = \frac{n_c}{\sum_{c' \in C_{\text{seen}}} n_{c'}}, \quad (3)$$

bu yerda:

tasodifiy ajratishda sinfning to'liqligi, esa blokli test to'plamidagi sinf piksellari soni. (2) ifodani (1) ifodaga qo'yib, aniq additiv yoyilmani olamiz:

$$L = \underbrace{OA_{\text{rand}}}_{L_{\text{comp}}} - \underbrace{OA_{\text{rand}}^w}_{L_{\text{prox}}} + \underbrace{OA_{\text{rand}}^w}_{L_{\text{abs}}} - OA_{\text{seen}} + s OA_{\text{seen}}. \quad (4)$$

Tarkib hadi test to'plamidagi sinflar nisbati boshqacha bo'lgani uchun yuzaga keladigan o'zgarishni bildiradi. Yaqinlik hadi ikki ajratishdagi aynan bir xil sinflarni bir xil vaznlar bilan solishtiradi; farqning qat'iy ma'nodagi sizib chiqishga mos keladigan qismi aynan shu. Yo'qlik hadi (ko'rilmagan sinflar hadi) ko'rilmagan



sinflardagi aniqlik darajasi ko'rilmagan piksellarda berishi mumkin bo'lgan, lekin bu sinflar o'qitilmagani uchun boy berilgan aniqlikka teng. Yoyilma har bir boshlang'ich qiymat uchun sinflar bo'yicha aniqliklardan hisoblanadi, so'ngra o'rtachalanadi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Farq va uning o'zgaruvchanligi. Uchala protokoldagi aniqliklar 2-jadvalda keltirilgan. Tasodifiy ajratishda ikkala tasniflagichning OA qiymati 0.67–0.92 oralig'ida. Blok va bufer bilan ajratishda OA 10.7–47.4 foiz punktga tushadi, AA esa bundan ham ko'proq pasayadi: 1-NN uchun Indian Pines sahnasida 0.62 dan 0.21 gacha, Pavia University sahnasida 0.83 dan 0.66 gacha. Bufer bufersiz blokli protokol farqiga yana 1.7–4.7 punkt qo'shadi.

2-jadval.

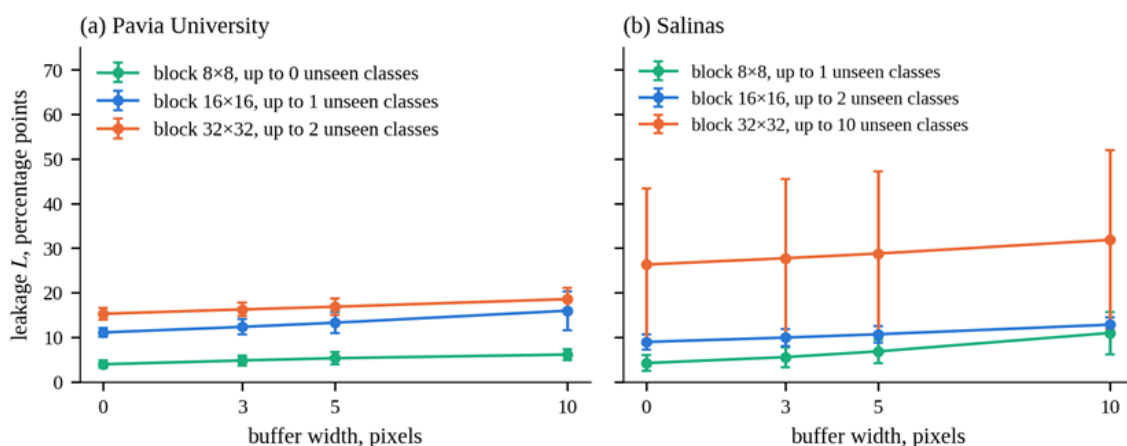
Uchta protokoldagi aniqlik (; uchta boshlang'ich qiymat bo'yicha o'rtacha, qavs ichida OA uchun standart chetlanish). (1) formula bo'yicha OA qiymatlaridan foiz punktlarda hisoblangan. Abs. ustunida uchta boshlang'ich qiymat ichida o'qitish pikselisiz qolgan sinflarning eng katta soni²

Scene	Model	Protocol	OA	AA			Abs.
Indian Pines	1-NN	random	0.669 (0.010)	0.621	0.621	—	0
		block	0.325 (0.047)	0.211	0.224	34.5	9
		block+buffer	0.283 (0.038)	0.205	0.183	38.6	9
	LR	random	0.757 (0.004)	0.654	0.721	—	0
		block	0.330 (0.041)	0.211	0.233	42.7	9
		block+buffer	0.283 (0.032)	0.203	0.187	47.4	9
Pavia University	1-NN	random	0.850 (0.005)	0.829	0.799	—	0
		block	0.740 (0.009)	0.669	0.648	11.1	1
		block+buffer	0.718 (0.021)	0.659	0.623	13.2	1
	LR	random	0.886 (0.002)	0.824	0.847	—	0
		block	0.782 (0.043)	0.698	0.703	10.5	1
		block+buffer	0.761 (0.053)	0.691	0.677	12.5	1
Salinas	1-NN	random	0.869 (0.000)	0.933	0.854	—	0
		block	0.780 (0.017)	0.810	0.754	8.9	2
		block+buffer	0.762 (0.019)	0.803	0.735	10.7	2
	LR	random	0.917 (0.001)	0.953	0.908	—	0
		block	0.809 (0.021)	0.811	0.786	10.9	2
		block+buffer	0.792 (0.022)	0.808	0.767	12.5	2



2-jadvalda ikki jihat ko'zga tashlanadi. Boshlang'ich qiymatlar orasidagi tebranish tasodifiy ajratishda kichik (OA bo'yicha standart chetlanish 0.010 dan oshmaydi), blokli ajratishlarda esa ancha katta (0.053 gacha). Ikkinchidan, blokli ajratishlar ayrim sinflarni birorta ham o'qitish pikselisiz qoldiradi: Indian Pines sahnasida 16 ta sinfdan 9 tasigacha, Pavia University sahnasida bitta sinfni, Salinas sahnasida esa ikkitagacha.

Blok o'lchami va buferga bog'liqlik. 1-rasmda 1-NN farqining bufer kengligiga bog'liqligi uchta blok o'lchami uchun ko'rsatilgan. Pavia University sahnasida farq ikkala parametr bilan ham bir tekis o'sadi: 8 pikselli bufersiz bloklarda 3.9 ± 0.9 punktdan 10 pikselli buferli 32 pikselli bloklarda 18.5 ± 2.5 punktga. Buferni kengaytirish har bir blok o'lchamida 2–5 punkt qo'shadi; blokni kattalashtirish undan ko'proq. Salinas sahnasida 8 va 16 pikselli bloklar o'xshash natija beradi: 4.2 ± 1.8 dan 12.8 ± 1.7 punktga. 32 pikselli bloklarda o'rtacha farq birdan 26.3–31.8 punktga, standart chetlanish 17–20 punktga sakraydi. Bu sakrashga bitta ajratish sabab. Boshlang'ich qiymat 2 bo'lganda Salinasning 16 ta sinfdan 10 tasi birorta ham o'qitish pikseli olmaydi, OA 0.32–0.41 gacha tushadi va farq 45.9–55.0 punktga yetadi. Qolgan ikki qiymatda (har birida uchtdan ko'rilmagan sinf) farq 15.8–21.1 punktni tashkil etadi.



1-rasm. 1-NN uchun tasodifiy va blokli ajratishlar orasidagi farqning bufer kengligiga bog'liqligi, uchta blok o'lchami bo'yicha (uchta boshlang'ich qiymat bo'yicha o'rtacha $\pm$ standart chetlanish). Shartli belgilarda boshlang'ich qiymatlar ichida o'qitish pikselisiz qolgan sinflarning eng katta soni³

Demak, "sahnaning sizib chiqishi" degan yagona son aniq ta'riflangan kattalik emas. U tanlangan blok o'lchami va buferga bog'liq. Katta bloklarda esa tasodifiy aralashtirish ayrim sinflarni o'qitishdan chetda qoldirib qo'yadimi yoki yo'qmi, bunga ham bog'liq.

Farqning yoyilmasi

Asosiy protokol uchun (4) yoyilma 3-jadval va 2-rasmda keltirilgan.

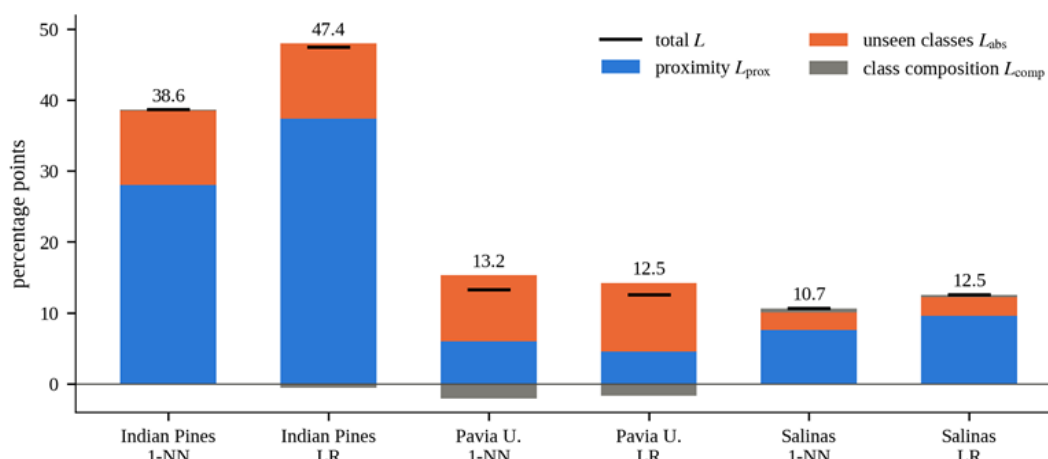
3-jadval.

farqning (,) tarkib, yaqinlik va ko'rilmagan sinflar hadlariga yoyilmasi, foiz punktlarda (uchta boshlang'ich qiymat bo'yicha o'rtacha, qavs ichida standart chetlanish). bilan o'qitish pikseli bo'lmagan sinflarga tegishli test piksellerining ulushi⁴

Scene	Model					, %
Indian Pines	1-NN	38.6 (3.4)	0.1 (2.3)	28.0 (7.2)	10.5 (2.8)	26.9
	LR	47.4 (2.9)	-0.5 (1.6)	37.4 (6.4)	10.6 (3.1)	26.9
Pavia University	1-NN	13.2 (2.3)	-2.1 (1.3)	6.0 (1.9)	9.3 (5.4)	11.3
	LR	12.5 (5.2)	-1.7 (0.6)	4.5 (2.2)	9.7 (5.5)	11.3
Salinas	1-NN	10.7 (1.9)	0.6 (0.7)	7.6 (1.2)	2.5 (2.8)	3.2
	LR	12.5 (2.3)	0.4 (0.4)	9.6 (0.9)	2.6 (2.9)	3.2

3 Muallif ishlanmasi.

4 Muallif ishlanmasi.



2-rasm. Tasodifiy hamda blok va bufer bilan ajratishlar orasidagi farqning yoyilmasi (, uchta boshlang'ich qiymat bo'yicha o'rtacha). Pavia University sahnasida tarkib hadi manfiy, shuning uchun u noldan pastda tasvirlangan; qora belgi umumiy farq⁵.

Uch sahna o'zini turlicha tutadi. Salinas sahnasida farqning asosiy qismi yaqinlikka to'g'ri keladi: 1-NN uchun 10.7 punktdan 7.6 punkti, LR uchun 12.5 punktdan 9.6 punkti. Indian Pines sahnasida ham eng katta had yaqinlik (28–37 punkt), biroq ko'rilmagan sinflar yana 10.5–10.6 punkt qo'shadi; o'rtacha hisobda test piksellarining 27% qismi o'qitilmagan sinflarga tegishli. Pavia University sahnasida manzara boshqacha. Bu yerda yaqinlik atigi 4.5–6.0 punktni beradi, farqning kattaroq qismi, ya'ni 9.3–9.7 punkt yoki 70–78%, o'qitish pikseli bo'lmagan sinflar hisobiga hosil bo'ladi. Har bir boshlang'ich qiymat bo'yicha natijalar buni yaqqol ko'rsatadi. Qiymat 0 bo'lganda ko'rilmagan sinf Painted metal sheets bo'lib, test piksellarining 4% qismini tashkil etadi va 1-NN farqi 10.6 punktga teng. 1 va 2 qiymatlarda ko'rilmagan sinf Bare soil (test piksellarining 15% qismi), farq esa 14.1–15.0 punkt. Boshlang'ich qiymatlar orasidagi tafovut deyarli to'liq chetda qolgan sinflarning hajmi bilan izohlanadi.

Pavia University sahnasida u manfiy, chunki blokli test to'plamlarida tasodifiy ajratishda oson tasniflanadigan sinflarning piksellari nisbatan ko'proq.

Yoyilma tasodifiy va blokli ajratishlar orasidagi farqni qanday o'qish kerakligini o'zgartiradi. Fazoviy sizib chiqish deganda odatda test piksellarining o'qitish to'plamidagi deyarli aynan nusxalari masalani osonlashtirishi tushuniladi va buni faqat yaqinlik hadi o'lchaydi. Ko'rilmagan sinflar hadi boshqa narsani o'lchaydi: blokli ajratish tasniflagichdan unga o'rgatilmagan sinflarni tanishni talab qiladi. Bu o'sha masalaning qiyinroq varianti emas, balki boshqa masala. Uning hissasi spektral o'xshashlikka emas, belgilangan dalalarning joylashuvi, blok o'lchami va tasodifiy aralashtirishga bog'liq. Ikkalasi birgalikda "sizib chiqish" sifatida keltirilsa, sahnalar orasidagi tafovutlar osongina noto'g'ri sababga yo'yiladi. Yaxlit olinganda farq sahnalar orasida taxminan to'rt baravar o'zgaradi. Yaqinlik qismining o'zi bundan ham kengroq diapazonda o'zgaradi: Pavia University sahnasidagi 4.5–6.0 punktdan Indian Pines sahnasidagi 28–37 punktga. Ko'rilmagan sinflar qismi esa chetda qolgan sinflarning hajmiga ergashadi.

Yaqinlik hadi qat'iy ma'nodagi sizib chiqishni oshirib emas, aksincha, kamaytirib baholashi ehtimoli kattaroq. Qo'llanilgan tasniflagichlarda qabul qiluvchi maydon yo'q, demak konvolyutsion tarmoqlarda qo'shimcha sizib chiqish beradigan fragmentlar ustma-ust tushishi [7, 9] bu yerda istisno qilingan. Yana bir sabab bor. Ayrim sinflar o'qitishda bo'lmasa, qolgan sinflar kamroq muqobillar bilan raqobatlashadi; bu blokli ajratishda ko'rilgan sinflar aniqligini oshiradi va yaqinlik hadini kamaytiradi. Fazoviy tarmoq uchun farq kattaroq bo'lardi.

Indian Pines alohida izohni talab qiladi. Uning belgilangan dalalari kam va 145×145 pikseli sahnaga nisbatan katta. Shuning uchun 16 pikseli blokli ajratish 16 ta sinfdan 8–9 tasini o'qitishdan chetda qoldiradi va keskin nomutanosiblikka olib keladi: bir ajratishda biror sinf 157 ta o'qitish pikseli oladi-yu, testga atigi 80 ta piksel qoladi. Bunday sharoitda 10% o'qitish ma'lumotlari bilan sinflarning to'liq to'plami bo'yicha hech qanday baholash ma'noga ega emas. Bu sahnadan bloklarni sinflar bo'yicha stratifikatsiyalab taqsimlagan holda yoki qisqartirilgan sinflar to'plami bilan foydalangan ma'qul.

Natijalardan to'rtta tavsiya kelib chiqadi.

Har bir fazoviy kesishmaydigan ajratish uchun o'qitish pikselisiz qolgan sinflar sonini va ularga tegishli test piksellarining ulushini ko'rsatish.

Umumiy OA bilan birga ko'rilmagan sinflar bo'yicha OA qiymatini yoki (4) yoyilmani keltirish. Shunda yaqinlik

5 Tadqiqot ma'lumotlari asosida muallif tomonidan tayyorlangan.



va sinf yo'qligini bir-biridan farqlash mumkin bo'ladi.

Maqsad yangi sinflarga emas, yangi joylarga umumlashtirishni o'lchash bo'lsa, bloklarni sinflar bo'yicha stratifikatsiyalab taqsimlash; shunda har bir sinf o'qitish piksellerini oladi.

Blok o'lchami va buferni aniq ko'rsatish hamda bir nechta boshlang'ich qiymatdan foydalanish. Farq ikkala parametrga, katta bloklarda esa aralashtirishga ham bog'liq.

Xom spektrlardagi 1-NN tasniflagichi dastlabki ikki band uchun arzon tekshiruv vositasi bo'la oladi. Uning aniqligi faqat bitta narsani aks ettiradi: o'qitish to'plamida o'xshash pikseller bor-yo'qligini.

Tadqiqot uchta sahna, bitta o'qitish ulushi (10%) va ikkita oddiy tasniflagich bilan cheklangan; fazoviy tarmoqlar uchun qiymatlar boshqacha bo'ladi. Yoyilma ko'rilmagan sinflardagi barcha xatolarni ularning o'qitishda yo'qligiga bog'laydi. Yopiq to'plamli tasniflagichlar uchun bu aniq, ammo kirish ma'lumotini rad eta oladigan usullar uchun o'rinli bo'lmaydi. (3) ifodadagi qayta vaznlangan tasodifiy aniqlik har bir sinf uchun tasodifiy ajratishdagi to'liqlikni to'g'ri tayanch qiymat deb faraz qiladi. Boshqa tayanchlar ham bo'lishi mumkin, masalan, faqat ko'rilgan sinflar bilan cheklangan tasodifiy ajratish; ular va orasidagi taqsimotni o'zgartiradi, lekin hadiga ta'sir qilmaydi. Uchta boshlang'ich qiymat tebranishni ko'rsatish uchun yetarli, uni aniq baholash uchun esa yetarli emas.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Giperspektral tasniflashda tasodifiy va fazoviy kesishmaydigan ajratishlar orasidagi farq yagona kattalik emas. Qabul qiluvchi maydoni bo'lmagan tasniflagichlar uchun uchta etalon sahnada u 10.7 dan 47.4 foiz punktga qoladi, blok o'lchami va bufer bilan o'sadi, katta bloklarda esa tasodifiy aralashtirishga bog'liq bo'lib qoladi. Aniq yoyilma qat'iy ma'nodagi sizib chiqish bo'lgan yaqinlik hadini blokli ajratish o'qitishdan chiqarib tashlagan sinflar keltirib chiqaradigan ko'rilmagan sinflar hadidan ajratadi. Shu sababli fazoviy kesishmaydigan baholashlarda o'qitishdan chetda qolgan sinflar va ko'rilmagan sinflardagi aniqlik ko'rsatilishi, maqsad fazoviy umumlashtirishni o'lchash bo'lsa, bloklar sinflar bo'yicha stratifikatsiyalab taqsimlanishi kerak. Pavia University sahnasida ko'rilmagan sinflar hadi farqning 70–78% qismini tashkil etadi. Boshqacha aytganda, bu sahna uchun "sizib chiqish" nomi bilan keltiriladigan farqning katta qismi aslida sizib chiqish emas.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Li, S., Song, W., Fang, L., Chen, Y., Ghamisi, P., Benediktsson, J. A. Deep learning for hyperspectral image classification: An overview. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 57(9) (2019) 6690–6709.
2. Audebert, N., Le Saux, B., Lefèvre, S. Deep learning for classification of hyperspectral data: A comparative review. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine* 7(2) (2019) 159–173.
3. Muhamediyeva, D. T., Tukhtamurodov, N. U. Algorithm for recognition of images of agricultural crops. *BIO Web of Conferences* 71 (2023) 01007.
4. Muhamediyeva, D., Tukhtamurodov, N. Diagnostics system for plant leaf diseases using photo images. *E3S Web of Conferences* 401 (2023) 04023.
5. Belward, A. S., Lambin, E. Limitations to the identification of spatial structures from AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing* 11(5) (1990) 921–927.
6. Friedl, M. A., Woodcock, C., Gopal, S., Muchoney, D., Strahler, A. H., Barker-Schaaf, C. A note on procedures used for accuracy assessment in land cover maps derived from AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing* 21(5) (2000) 1073–1077.
7. Liang, J., Zhou, J., Qian, Y., Wen, L., Bai, X., Gao, Y. On the sampling strategy for evaluation of spectral-spatial methods in hyperspectral image classification. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 55(2) (2017) 862–880.
8. Hänsch, R., Ley, A., Hellwich, O. Correct and still wrong: The relationship between sampling strategies and the estimation of the generalization error. In: 2017 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2017, pp. 3672–3675.
9. Feng, H., Wang, Y., Li, Z., Zhang, N., Zhang, Y., Gao, Y. Information leakage in deep learning-based hyperspectral image classification: A survey. *Remote Sensing* 15(15) (2023) 3793.
10. Kaufman, S., Rosset, S., Perlich, C., Stitelman, O. Leakage in data mining: Formulation, detection, and avoidance. *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data* 6(4) (2012) 15.
11. Kapoor, S., Narayanan, A. Leakage and the reproducibility crisis in machine-learning-based science. *Patterns* 4(9) (2023) 100804.
12. Roberts, D. R., Bahn, V., Ciuti, S., et al. Cross-validation strategies for data with temporal, spatial, hierarchical, or phylogenetic structure. *Ecography* 40(8) (2017) 913–929.
13. Ploton, P., Mortier, F., Réjou-Méchain, M., et al. Spatial validation reveals poor predictive performance of large-scale ecological mapping models. *Nature Communications* 11 (2020) 4540.
14. Nalepa, J., Myller, M., Kawulok, M. Validating hyperspectral image segmentation. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters* 16(8) (2019) 1264–1268.
15. Valavi, R., Eliith, J., Lahoz-Monfort, J. J., Guillera-Aroita, G. blockCV: An R package for generating spatially or



- environmentally separated folds for k-fold cross-validation of species distribution models. *Methods in Ecology and Evolution* 10(2) (2019) 225–232.
16. Graña, M., Veganzons, M. A., Ayerdi, B. Hyperspectral remote sensing scenes. Computational Intelligence Group, University of the Basque Country. URL: https://www.ehu.eus/ccwintco/index.php/Hyperspectral_Remote_Sensing_Scenes
 17. Cover, T., Hart, P. Nearest neighbor pattern classification. *IEEE Transactions on Information Theory* 13(1) (1967) 21–27.
 18. Congalton, R. G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment* 37(1) (1991) 35–46.

muhandislik **& iqtisodiyot**

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov

Musahhih: Zokir Alibekov

Sahifalovchi va dizayner: Abdurahmon Qurbonov

2026. № 10

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

"Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali 26.06.2023-yildan
O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
№S-5669245 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: №095310.

Manzilimiz: Toshkent shahri Yunusobod
tumani 15-mavze 19-uy





+998 93 718 40 07



<https://muhandislik-iqtisodiyot.uz/index.php/journal>



t.me/yait_2100