

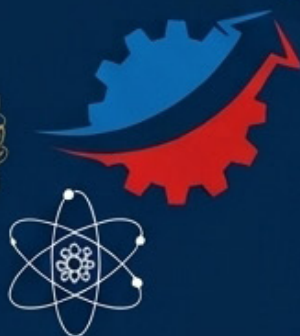
# MUHANDISLIK

## & IQTISODIYOT

*ijtimoiy-igʻtisodiy, innovatsion texnik,  
fan va taʼlimga oid ilmiy-amaliy jurnal*

### 2026-YIL

SENTYABR / 9-SON, II-QISM



Milliy nashrlar

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

05.00.00 – Texnika fanlari

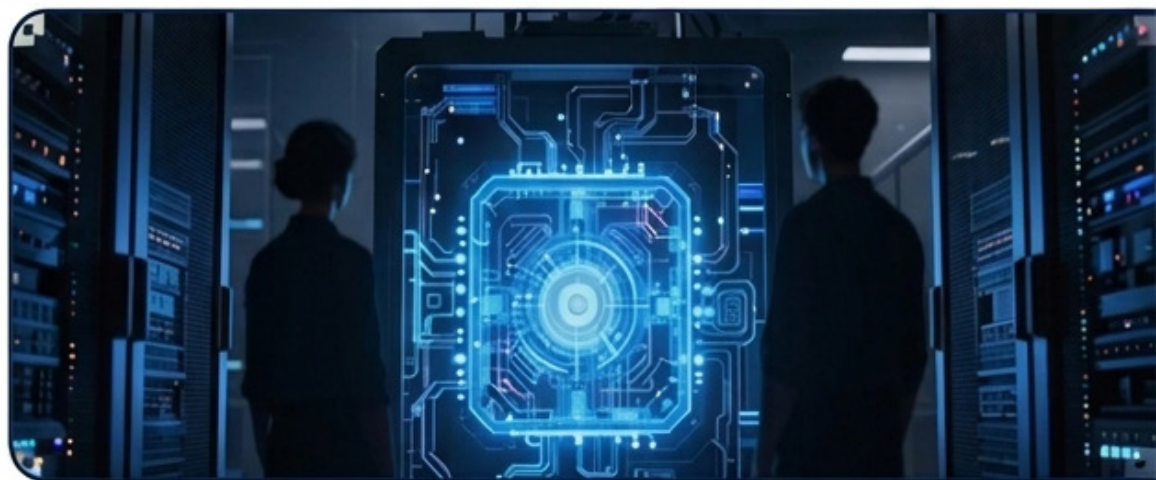
08.00.00 – Iqtisodiyot fanlar



Google  
Scholar

ISSN  
INTERNATIONAL  
STANDARD  
SERIAL  
NUMBER  
INTERNATIONAL CENTRE

OpenAIRE



ISSN: 3060-463X

РЭУ.РФ  
ИМЕНИ Ф.Р. РАКАНОВА  
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ



# muhandislik & iqtisodiyot

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

*Elektron nashr, 2026-yil, sentyabr.*

## **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

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

**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

|                                                                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| O'ZBEKISTON TIJORAT BANKLARIDA KREDIT RISKINI ERTA ANIQLASH TIZIMINI SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH.....                                                                       | 9   |
| <b>Kobilova Ozoda Abdishukur qizi</b>                                                                                                                                                      |     |
| BUYUK BRITANIYA STARTAP EKOTIZIMINI BOSHQARISH MODEL VA O'ZBEKISTON UCHUN SABOQLAR.....                                                                                                    | 15  |
| <b>Sodiqov Elmurod Shomurod o'g'li</b>                                                                                                                                                     |     |
| ФИНАНСОВЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ АГРОБИЗНЕСА, РЕФОРМА ИНСТИТУТА НЕПЛАТЁЖЕСПОСОБНОСТИ И ГЕОГРАФИЯ СЕЛЬСКОЙ БЕДНОСТИ: УЗБЕКИСТАН, 2015–2025 ГОДЫ.....                                                  | 21  |
| <b>Адилов Шерзот Шамильевич</b>                                                                                                                                                            |     |
| AHOLI DAROMADLARI VA ISTE'MOL XARAJATLARINI TADQIQ ETISHNING ZAMONAVIY EKONOMETRIK YONDASHUVLARI .....                                                                                     | 30  |
| <b>Farmonov Dilshod Po'latovich</b>                                                                                                                                                        |     |
| SUN'IY INTELLEKT TRANSFORMATSIYASI SHAROITIDA INSON KAPITALIGA QO'YILADIGAN KOMPETENSIYAVIY TALABLARNING O'ZGARISHI: XALQARO TENDENSIYALAR VA O'ZBEKISTON UCHUN USTUVOR YO'NALISHLAR ..... | 36  |
| <b>Durdona Davletova</b>                                                                                                                                                                   |     |
| KICHIK BIZNES SOHASIDA INSON KAPITALINI RIVOJLANTIRISH VA MEHNAT MUNOSABATLARINI TARTIBGA SOLISH OMILLARI, USULLARI HAMDA FUNKSIYALARI .....                                               | 56  |
| <b>Ulug'muradova Nodira Berdimuradovna</b>                                                                                                                                                 |     |
| O'ZBEKISTONDA YAKKA TARTIBDAGI TADBIRKORLARNI SOLIQQA TORTISHNING AMALDAGI MEKANIZMI.....                                                                                                  | 61  |
| <b>Erxanov Muxammadjon Absayitovich</b>                                                                                                                                                    |     |
| BOSHQARUV TIZIMIDA IQTISODIY SAMARADORLIKNI OSHIRISHNING ZAMONAVIY MEKANIZMLARI.....                                                                                                       | 68  |
| <b>Safarov Shohboz Vahob o'g'li</b>                                                                                                                                                        |     |
| EVALUATION OF THE PHYTOREMEDIATION POTENTIAL OF AZOLLA CAROLINIANA FOR THE REMOVAL OF TOXIC METALS FROM INDUSTRIAL EFFLUENTS .....                                                         | 72  |
| <b>Azimov Shavkat Shuxratovich</b>                                                                                                                                                         |     |
| STABLE CEMENT COMPOSITES BASED ON WASTE TIRE RUBBER AND FLY ASH .....                                                                                                                      | 78  |
| <b>Daminov Oybek, Egamberdiyev Elmurod, Xoliqulov Odiljon</b>                                                                                                                              |     |
| KICHIK BIZNES VA XUSUSIY TADBIRKORLIK SUBYEKTLARIDA ISHLAB CHIQARILGAN MAHSULOTLARNING EKSPORT SALOHİYATINI BAHOLASH.....                                                                  | 85  |
| <b>Xikmatullayeva Nargiza Jamoliddin qizi</b>                                                                                                                                              |     |
| CO-LOCATED SMALL MODULAR REACTORS AS AN ALTERNATE AC POWER SOURCE FOR LARGE NUCLEAR UNITS UNDER REGIONAL GRID CASCADING CONDITIONS: A DESIGN-BASIS ASSESSMENT FOR UZBEKISTAN .....         | 90  |
| <b>Turaeva Dilnavoz</b>                                                                                                                                                                    |     |
| YO'LOVCHI TASHISH TRANSPORTINI BARQAROR IQTISODIYOTGA ULUSHINI EKONOMETRIK MODELASHTIRISH USULLARI.....                                                                                    | 96  |
| <b>Dilshod Karimboyev</b>                                                                                                                                                                  |     |
| СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НАЦИОНАЛЬНОЙ МОДЫ НА ТУРИСТИЧЕСКОМ РЫНКЕ УЗБЕКИСТАНА .....                                                          | 102 |
| <b>Юсупова Мохинур Фарход кизи</b>                                                                                                                                                         |     |
| АДАПТИВНОЕ РАЗВИТИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ФАКТОР КАЧЕСТВЕННОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА УЗБЕКИСТАНА В УСЛОВИЯХ ЭНЕРГОПЕРЕХОДА.....                                                    | 110 |
| <b>Аллаева Гульчехра Жалгасовна</b>                                                                                                                                                        |     |



|                                                                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ПОВЕДЕНИЕ<br>ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ .....                                                   | 121 |
| <b>Икрамова Нодира Бурхон кизи</b>                                                                                                               |     |
| XONDIZA KONI POLIMETALL RUDALARINING MINERALOGIK VA TEXNOLOGIK XUSUSIYATLARINI<br>TADQIQ ETISH.....                                              | 128 |
| <b>Abdisoatov Sardor, Axmatov Sobir, Eshnazarov Mustafo</b>                                                                                      |     |
| MALAKALI MUTAXASSISLAR TAYYORLASHDA TA'LIM-INNOVATSION RIVOJLANISHNING MOHIYATI VA<br>UNING NAZARIY ASOSLARI .....                               | 133 |
| <b>Temirova Shalola Erkinovna</b>                                                                                                                |     |
| BENZIN TARKIBIDAGI KISLOROD MIQDORINI ANIQLASH: TAHLIL USULLARI VA ULARNING AMALIY<br>AHAMIYATI .....                                            | 138 |
| <b>To'xtayev Nozim Nazir o'g'li</b>                                                                                                              |     |
| EKSTRAKSIYA JARAYONI PARAMETRLARINING ERITUVCHILARNING EKSTRAKSION QOBILIYATIGA<br>BOG'LIQLIGI .....                                             | 142 |
| <b>G'aybullayev Saidjon Abdusalimovich</b>                                                                                                       |     |
| THE ROLE OF CHATBOTS IN EDUCATION AND THEIR APPLICATION .....                                                                                    | 150 |
| <b>Hamroyev Bobirjon Bahritdinovich</b>                                                                                                          |     |
| KICHIK BIZNES VA UNING MILLIY IQTISODIYOTNI BARQAROR RIVOJLANISHIDAGI O'RNI.....                                                                 | 156 |
| <b>Xolmirzayev Abdulxamid Xapizovich</b>                                                                                                         |     |
| KO'P QATLAMLI SFERIK QOBIQNING QOVUSHQOQ-ELASTIK MUHITDAGI XOS (ERKIN)<br>TEBRANISHLARI.....                                                     | 161 |
| <b>Jalolov Farruh Baxshulloyevich</b>                                                                                                            |     |
| QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARINI ELEKTR ENERGETIKA TIZIMIGA INTEGRATSIYALASH<br>VA ELEKTR TA'MINOTI BARQARORLIGINI OSHIRISH .....          | 168 |
| <b>Jafarov Sobir Talab o'g'li</b>                                                                                                                |     |
| SENTINEL-1 PSINSAR TEXNOLOGIYASI ASOSIDA QALMOQQIR OCHIQ KARYERI BORTLARINING<br>DEFORMATSIYASINI SUN'IY YO'LDOSH ORQALI MONITORING QILISH ..... | 173 |
| <b>Usmonov Firdavs Ro'zimurod o'g'li</b>                                                                                                         |     |



# SENTINEL-1 PSINSAR TEXNOLOGIYASI ASOSIDA QALMOQQIR OCHIQ KARYERI BORTLARINING DEFORMATSIYASINI SUN'IIY YO'LDOSH ORQALI MONITORING QILISH

Usmonov Firdavs Ro'zimurod o'g'li

Osiyo xalqaro universiteti o'qituvchisi

**Annotatsiya.** Ushbu tadqiqotda Olmaliqdagi Qalmoqqir ochiq karyeri bortlarining deformatsion holatini Sentinel-1 sun'iy yo'ldosh SAR ma'lumotlari asosida PSInSAR texnologiyasi yordamida monitoring qilish masalasi ko'rib chiqiladi. Karyer hududidagi sirt siljishlarining makoniy va vaqt bo'yicha o'zgarishlari tahlil qilinib, deformatsiyaga ta'sir etuvchi asosiy tabiiy va texnogen omillar baholanadi. Tadqiqot natijalari Qalmoqqir karyeri bortlarining barqarorligini nazorat qilish, potensial xavfli uchastkalarni aniqlash va monitoring samaradorligini oshirishda Sentinel-1 PSInSAR texnologiyasidan foydalanish imkoniyatlarini ko'rsatadi.

**Kalit so'zlar:** Qalmoqqir karyeri, Sentinel-1, SAR, InSAR, PSInSAR, karyer borti, deformatsiya, sirt siljishi, monitoring, masofadan zondlash.

**Abstract.** This study examines the deformation behavior of the slopes of the Qalmoqqir open-pit mine in Olmaliq using Sentinel-1 satellite SAR data and the Persistent Scatterer Interferometric Synthetic Aperture Radar (PSInSAR) technology. The spatial and temporal variations in surface displacements within the open-pit mine area are analyzed, and the main natural and anthropogenic factors affecting deformation are assessed. The results demonstrate the potential of Sentinel-1 PSInSAR technology for monitoring the stability of the Qalmoqqir open-pit mine slopes, identifying potentially hazardous areas, and improving the efficiency of deformation monitoring.

**Keywords:** Qalmoqqir open-pit mine, Sentinel-1, SAR, InSAR, PSInSAR, open-pit mine slope, deformation, surface displacement, monitoring, remote sensing.

**Аннотация.** В данном исследовании рассматривается вопрос мониторинга деформационного состояния бортов открытого карьера «Кальмакыр» в Алмалыке с использованием спутниковых SAR-данных Sentinel-1 и технологии Persistent Scatterer Interferometric Synthetic Aperture Radar (PSInSAR). Анализируются пространственные и временные изменения поверхностных смещений на территории карьера, а также оцениваются основные природные и техногенные факторы, влияющие на развитие деформаций. Результаты исследования демонстрируют возможности применения технологии Sentinel-1 PSInSAR для контроля устойчивости бортов карьера «Кальмакыр», выявления потенциально опасных участков и повышения эффективности деформационного мониторинга.

**Ключевые слова:** карьер «Кальмакыр», Sentinel-1, SAR, InSAR, PSInSAR, борт карьера, деформация, поверхностное смещение, мониторинг, дистанционное зондирование.

## KIRISH

Ochiq usulda qazib olish jarayonida karyer bortlari va yon bag'irlarining barqarorligi konchilik xavfsizligining muhim masalalaridan biridir. Relyef, geologik tuzilish, tog' jinslarining fizik-mexanik xususiyatlari, gidrogeologik sharoitlar hamda texnogen ta'sirlar karyer bortlarida turli deformatsion jarayonlarning yuzaga kelishiga sabab bo'lishi mumkin. Mazkur jarayonlarni o'z vaqtida aniqlash va ularning rivojlanish tendensiyalarini baholash karyer bortlarining barqarorligini ta'minlash, xavfli uchastkalarni aniqlash va kon ishlarini xavfsiz tashkil etishda muhim ahamiyatga ega.

Sun'iy yo'ldosh orqali masofadan zondlash texnologiyalari, xususan, sintetik apertura radari (SAR) ma'lumotlari karyer hududlaridagi sirt deformatsiyalarini keng hudud miqyosida kuzatish imkonini beradi. Interferometrik SAR (InSAR) va uning takomillashtirilgan usullaridan biri bo'lgan doimiy sochuvchi interferometriya (PSInSAR) texnologiyalari yordamida yer yuzasidagi kichik siljishlarni aniqlash, ularning makoniy taqsimlanishini xaritalash va vaqt bo'yicha o'zgarishini baholash mumkin. Ushbu yondashuv an'anaviy geodezik kuzatuv usullarini to'ldirib, katta maydonlarni muntazam monitoring qilish imkonini yaratadi.

Qalmoqqir ochiq karyeri misolida bunday monitoring yondashuvi karyer bortlarida shakllanayotgan deformatsion jarayonlarni aniqlash va ularning rivojlanishini baholash uchun muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga

ega. Ushbu tadqiqotda Sentinel-1 SAR ma'lumotlari va PSInSAR texnologiyasi asosida Qalmoqqir karyeri bortlarining sirt deformatsiyalarini aniqlash va monitoring qilish masalasi ko'rib chiqiladi. Shuningdek, aniqlangan deformatsion jarayonlarning karyerning relyefi va morfologiyasi, qazib olish hamda portlatish ishlari va boshqa tabiiy-texnogen omillar bilan bog'liqligini baholashga e'tibor qaratiladi.

## MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

An'anaviy geodezik monitoringda elektron taxeometrlar, GNSS/GPS qurilmalari, lazer skanerlash va yer usti radar tizimlaridan foydalaniladi. Bunday usullar yuqori aniqlikni ta'minlashda, odatda, alohida nazorat nuqtalariga bog'langan bo'lib, katta maydonlarni bir vaqtning o'zida monitoring qilishda vaqt va mablag' talab etadi. Shu jihatdan sun'iy yo'ldosh radar interferometriyasi - InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar) texnologiyasi katta hududlardagi deformatsiyalarni masofadan kuzatish imkonini beruvchi samarali usullardan biri sifatida shakllandi. Ochiq karyerlarda InSAR texnologiyasidan foydalanishning afzalligi uning yer yuzasidagi millimetr darajasidagi siljishlarni uzoq vaqt davomida kuzatish imkoniyati bilan bog'liq.

Kostolac ochiq ko'mir karyerida olib borilgan tadqiqotda Sentinel-1 tasvirlari va Persistent Scatterer Interferometry usuli yordamida yer yuzasi cho'kishining vaqt qatorlari shakllantirilgan. Tadqiqotda yuzlab Sentinel-1 tasvirlaridan foydalanilib, ochiq karyer faoliyati bilan bog'liq deformatsiyalarni hududiy va vaqt bo'yicha baholash imkoniyati ko'rsatilgan. Mazkur yondashuv Qalmoqqir karyeri kabi yirik kon hududlarida uzoq muddatli deformatsion monitoringni tashkil etish uchun metodik jihatdan muhimdir.

Biroq ochiq karyer sharoitida PSInSAR texnologiyasidan foydalanish ayrim cheklavlarga ega. Karyer bortlarida tog' jinslarining ochiq yuzasi, keskin relyef, yuqori deformatsiya gradientlari, texnologik ishlarning tez-tez o'zgarishi va radar signalining dekorrelyatsiyasi barqaror PS nuqtalar sonini kamaytirishi mumkin. Ayrim tadqiqotlarda karyer ichidagi topografiyaning qisqa vaqt ichida keskin o'zgarishi interferometrik dekorrelyatsiyani kuchaytirishi va natijada deformatsiyani miqdoriy baholashni murakkablashtirishi qayd etilgan.

O'zbekistonda ham Sentinel-1 InSAR ma'lumotlaridan foydalanib, konchilik faoliyati natijasidagi yer yuzasi deformatsiyalarini monitoring qilish bo'yicha tadqiqotlar rivojlanmoqda. Xususan, 2026-yilda Xandiza polimetall konida Sentinel-1 tasvirlari asosida InSAR monitoringi amalga oshirilgan bo'lib, unda IPTA va SBAS kabi interferometrik yondashuvlardan foydalanilgan. Bu O'zbekiston kon hududlarida sun'iy yo'ldosh radar ma'lumotlaridan foydalanishning amaliy imkoniyatlari kengayib borayotganini ko'rsatadi.

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, Sentinel-1 PSInSAR texnologiyasi ochiq karyerlarning deformatsiyasini hududiy va vaqt bo'yicha monitoring qilish uchun samarali vosita hisoblanadi. Shu bilan birga, Qalmoqqir ochiq karyeri bortlarining deformatsiyasini aynan Sentinel-1 PSInSAR asosida tizimli monitoring qilish, deformatsiya tezligini fazoviy taqsimlash, xavfli deformatsiya zonalarini ajratish va ularning vaqt bo'yicha rivojlanishini baholash masalalarini kompleks tadqiq etish alohida ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Mazkur yo'nalish ushbu tadqiqotning asosiy ilmiy vazifasini belgilaydi.

## TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqotning metodologik asosini masofadan zondlash, radar interferometriyasi, PSInSAR vaqt qatorlari tahlili, geoinformatsion tizimlar va kon geodeziyasi usullarining integratsiyasi tashkil etadi. Tadqiqotning asosiy maqsadi Sentinel-1 sun'iy yo'ldosh radar tasvirlari asosida Qalmoqqir ochiq karyeri bortlarida yuzaga kelayotgan deformatsiyalarning fazoviy taqsimoti, deformatsiya tezligi va vaqt bo'yicha o'zgarishlarini aniqlashdan iborat.

Tadqiqot obyekti sifatida Qalmoqqir ochiq karyeri va uning bortlari tanlanadi. Tadqiqot hududi karyerning barcha asosiy bortlari, pog'onalari, transport yo'llari, ag'darmalar hamda deformatsiya jarayonlariga ta'sir ko'rsatishi mumkin bo'lgan qo'shni hududlarni qamrab oladigan tarzda belgilanadi.

Tadqiqot uchun quyidagi ma'lumotlar shakllantiriladi:

- Sentinel-1 SAR tasvirlari;
- karyerning raqamli balandlik modeli (DEM);
- karyer bortlari va pog'onalarining geometriyasi;
- geodezik monitoring punktlari mavjud bo'lsa, ularning o'lchov natijalari;
- qazib olish ishlari va bortlarning o'zgarishlari haqidagi ma'lumotlar;
- meteorologik ma'lumotlar;
- geologik va geotexnik ma'lumotlar.

Sentinel-1 ma'lumotlarini tanlashda tasvirlarning bir xil orbitaga, bir xil kuzatuv geometriyasiga va imkon qadar yaqin vaqt oralig'iga tegishli bo'lishiga e'tibor beriladi. Ko'p vaqtli Sentinel-1 ma'lumotlari asosida deformatsiya vaqt qatorlarini shakllantirish PSInSARning asosiy afzalliklaridan biridir.

PS-InSAR orqali olingan natijalarning ishonchlilikini oshirish maqsadida ular mavjud bo'lgan taqdirda



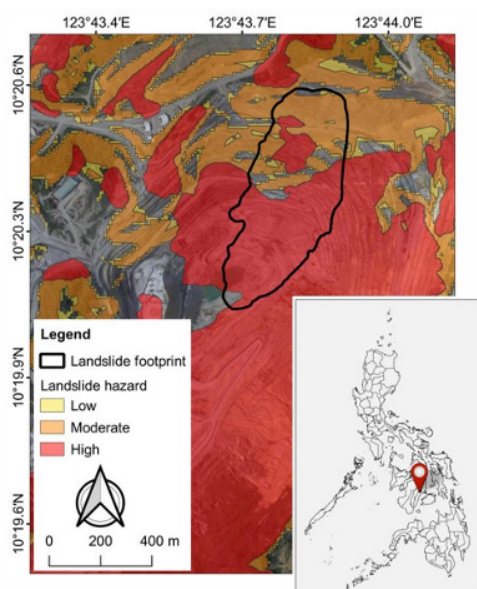
GNSS, elektron taxometr, yer usti radar yoki boshqa geodezik o'lchovlar bilan taqqoslanadi. Sun'iy yo'ldosh InSAR ma'lumotlari keng hududni qamrab olsa, yer usti monitoring tizimlari alohida nuqtalar yoki sektorlar bo'yicha yuqori chastotali nazoratni ta'minlaydi.

Shuning uchun Qalmoqqir karyeri uchun eng maqbul yondashuv "Sentinel-1 PS-InSAR + GIS + yer usti geodezik/geotexnik monitoring" integratsiyasiga asoslangan tizimni shakllantirishdan iborat. Bunday kompleks yondashuv deformatsiyaning hududiy tarqalishini ham, alohida xavfli sektorlarning mahalliy dinamikasini ham aniqlash imkonini beradi.

Tadqiqot hududi sifatida Olmaliq shahrida joylashgan Qalmoqqir ochiq karyeri tanlangan. Qalmoqqir karyeri hududi murakkab geologik va geomorfologik sharoitlari, katta hajmdagi ochiq kon ishlari hamda karyer bortlarining doimiy o'zgarib borishi bilan tavsiflanadi. Mazkur sharoitlar karyer bortlarida deformatsion jarayonlarning shakllanishi va rivojlanishini muntazam kuzatishni talab etadi.

Qalmoqqir karyerida qazib olish jarayonlarining uzluksiz olib borilishi natijasida karyer bortlarining geometrik parametrlari, pog'onalar holati va tog' jinslarining tabiiy kuchlanish holati o'zgarib boradi. Bunga qo'shimcha ravishda, tog' jinslarining geologik tuzilishi, fizik-mexanik xususiyatlari, yoriqlilik darajasi va gidrogeologik sharoitlari bortlarning barqarorligiga ta'sir etuvchi muhim omillar hisoblanadi. Portlatish ishlari va boshqa texnogen jarayonlar esa mavjud deformatsiyalarning rivojlanishiga ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Shu sababli Qalmoqqir karyeri Sentinel-1 SAR ma'lumotlari asosida PSInSAR usuli yordamida karyer bortlarining deformatsion holatini tadqiq qilish uchun amaliy tadqiqot hududi sifatida tanlandi. Tadqiqotda karyer hududidagi sirt siljishlarining makoniy taqsimlanishi va vaqt bo'yicha o'zgarishlari aniqlanib, deformatsiya kuzatiladigan potensial xavfli uchastkalarni baholashga e'tibor qaratiladi.



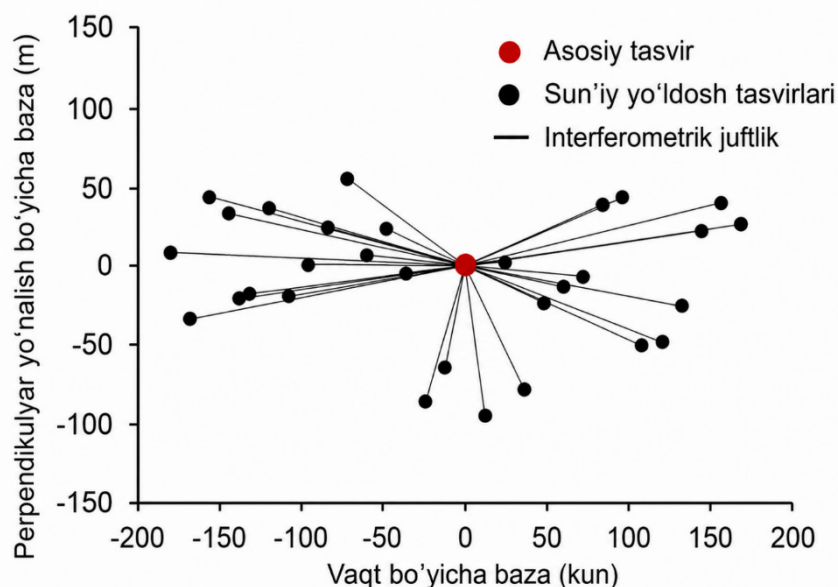
1-rasm. Qalmoqqir ochiq karyerining tadqiqot hududidagi joylashuvi va deformatsion xavf zonalar xaritasi.

Sentinel-1 SAR ma'lumotlar to'plami. Sentinel-1 sun'iy yo'ldoshlari Yevropa Kosmik Agentligi (ESA) va Yevropa Komissiyasi (EC) tomonidan tashkil etilgan Copernicus dasturi doirasida yer yuzasini har qanday ob-havo sharoitida, kecha va kunduz davomida radar ma'lumotlari bilan ta'minlaydi. Sentinel-1 missiyasi 5,6 sm to'lqin uzunligiga ega C-diapazonli sintetik apertura radari (SAR) texnologiyasidan foydalanadi.

Ushbu tadqiqotda 2024-yildan keyingi davrda, ya'ni 2024-2025-yillar davomida Qalmoqqir ochiq karyeri hududida olingan Sentinel-1 SAR tasvirlaridan foydalanildi. Tadqiqot davrining tanlanishida karyer hududidagi zamonaviy deformatsion jarayonlarni baholash va sirt siljishlarining vaqt bo'yicha o'zgarishini aniqlash maqsad qilib olindi.

Sentinel-1 tasvirlarini tanlashda Qalmoqqir karyerining geometrik xususiyatlari, bort va pog'onalarining yo'nalishi hamda sun'iy yo'ldoshning kuzatuv geometriyasi hisobga olindi. Karyer hududidagi deformatsiyalar ko'rish chizig'i (LOS) bo'yicha aniqlanib, interferometrik tahlil uchun mos orbital yo'nalishdagi ma'lumotlar shakllantirildi.

Vaqtinchalik dekorrelyatsiya ta'sirini kamaytirish va interferometrik tahlil sifatini oshirish maqsadida tadqiqot davridagi tasvirlardan biri asosiy (master) tasvir sifatida tanlandi. Qolgan tasvirlar yordamchi (slave) tasvirlar sifatida asosiy tasvir bilan interferometrik juftliklarga birlashtirildi. Hosil qilingan interferometrik juftliklar asosida Qalmoqqir karyeri hududidagi sirt deformatsiyalarining vaqt qatorlari shakllantirildi. (2-rasm).



2-rasm. Qalmoqqir ochiq karyeri hududida foydalanilgan Sentinel-1 SAR ma'lumotlar to'plami va shakllantirilgan interferometrik juftliklar

PSInSAR tahlili. Qalmoqqir ochiq karyeri hududidagi sirt deformatsiyalarini aniqlash va vaqt bo'yicha o'zgarishlarini baholash uchun Sentinel-1 ma'lumotlari asosida PSInSAR tahlili amalga oshirildi. Tadqiqot jarayoni ikkita asosiy bosqichni o'z ichiga oldi: dastlabki interferometrik qayta ishlash va doimiy sochuvchi nuqtalar asosida vaqt qatorlari tahlili.

SNAP yordamida dastlabki qayta ishlash. Birinchi bosqichda Sentinel-1 SAR tasvirlariga Sentinel Application Platform (SNAP) dasturiy ta'minoti yordamida dastlabki qayta ishlov berildi. Bunda asosiy (master) tasvir tanlandi va interferometrik tahlil uchun mos tasvirlar to'plami shakllantirildi. snap2stamps paket vositasi yordamida asosiy va yordamchi (slave) tasvirlar birgalikda ro'yxatga olindi, interferogrammalar hosil qilindi hamda topografik faza olib tashlandi.

Topografik fazani bartaraf etishda SNAP dasturiy kutubxonasida mavjud Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 yoy soniyalik raqamli relyef modeli (DEM) ma'lumotlaridan foydalanildi [18]. Mazkur dastlabki qayta ishlash natijasida Qalmoqqir karyeri hududidagi keyingi PSInSAR vaqt qatorlari tahlili uchun zarur interferometrik ma'lumotlar tayyorlandi.

StaMPS yordamida vaqt qatorlari tahlili. Ikkinchi bosqichda Qalmoqqir karyeri hududidagi sirt deformatsiyalarining vaqt bo'yicha o'zgarishini aniqlash maqsadida Stanford Method for Persistent Scatterers (StaMPS) dasturiy ta'minotidan foydalanildi [19]. Dastlabki doimiy sochuvchi nuqta nomzodlarini (PSC) aniqlash uchun 0,35 qiymatli amplituda dispersiya indeksi (ADI) mezoni qo'llanildi.

Keyingi bosqichda PSC nuqtalarining fazasidagi shovqin darajasi iterativ ravishda baholanib, shovqin darajasi yuqori bo'lgan nuqtalar tahlildan chiqarib tashlandi. Tanlab olingan PS nuqtalari uchun o'ralgan faza ma'lumotlari qayta ishlanib, fazoviy bog'lanmagan ko'rish burchagi xatolari hisobga olindi. Faza o'ramini yechish jarayonida Statistical-Cost, Network-Flow Algorithm for Phase Unwrapping (SNAPHU) algoritmidan foydalanildi.

Shundan so'ng fazoviy bog'langan ko'rish burchagi xatosi, jumladan, DEMdagi xatoliklar va DEMning radar koordinatalariga moslashtirilishidagi noaniqliklar baholanib, tahlil natijalaridan chiqarib tashlandi. Yakuniy bosqichda atmosfera ta'sirining deformatsiya natijalariga ta'sirini kamaytirish uchun fazoviy-vaqtinchalik filtrlash usullaridan foydalanildi.

## TAHLIL VA NATIJALAR

**O'rtacha yillik LOS deformatsiya tezligi xaritasi.** Sentinel-1 ma'lumotlari asosida Qalmoqqir ochiq karyeri hududida aniqlangan ko'rish chizig'i (LOS) bo'yicha o'rtacha yillik deformatsiya tezliklarining makoniy taqsimlanishi keltiriladi. PSInSAR tahlili natijasida karyer bortlari, pog'onalari va deformatsiya jarayonlari kuzatilishi mumkin bo'lgan uchastkalarda doimiy sochuvchi (PS) nuqtalar aniqlanadi (3-rasm).

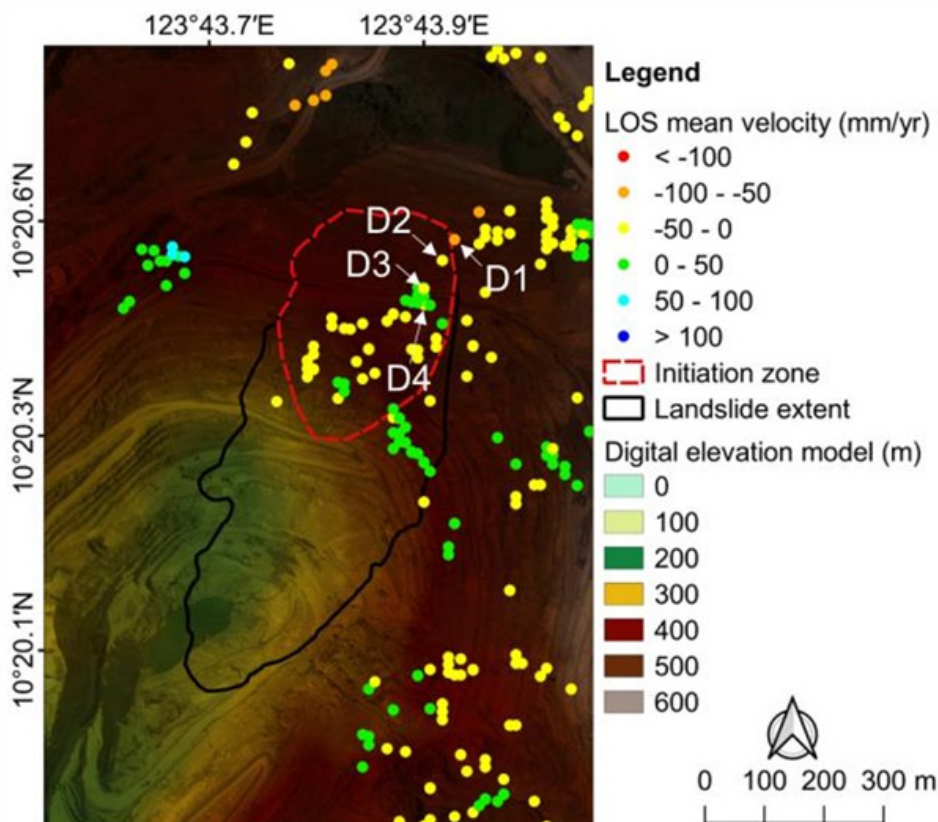
Karyer hududidagi PS nuqtalarining zichligi sirtning xususiyatlari, tog' jinslarining ochilganlik darajasi va texnogen faoliyat intensivligiga bog'liq bo'ladi. Ochiq tog' jinslari va barqaror sirt elementlari radar signalining



doimiy sochilishini ta'minlagan hollarda PS nuqtalarining zichligi yuqori bo'lishi kutiladi. Aksincha, faol qazib olish ishlari olib borilayotgan yoki sirt konfiguratsiyasi tez-tez o'zgaradigan uchastkalarda PS nuqtalarining soni kamayishi mumkin.

LOS bo'yicha deformatsiya tezligi xartasida musbat va manfiy qiymatlar yer yuzasining sun'iy yo'ldosh sensoriga nisbatan yaqinlashishi yoki undan uzoqlashishini ifodalaydi. Bunda deformatsiyaning haqiqiy fazoviy yo'nalishini aniqlashda karyer bortlarining orientatsiyasi va Sentinel-1 kuzatuv geometriyasini hisobga olish muhimdir.

Qalmoqqir karyeri hududida aniqlangan deformatsiya tezliklari asosida potensial deformatsion faol uchastkalar ajratiladi va ularning makoniy taqsimlanishi karyerning geologik, geomorfologik hamda texnogen sharoitlari bilan bog'liq holda tahlil qilinadi.



3-rasm. Qalmoqqir ochiq karyeri hududida ko'rish chizig'i (LOS) bo'yicha o'rtacha yillik deformatsiya tezliklarining taqsimlanishi.

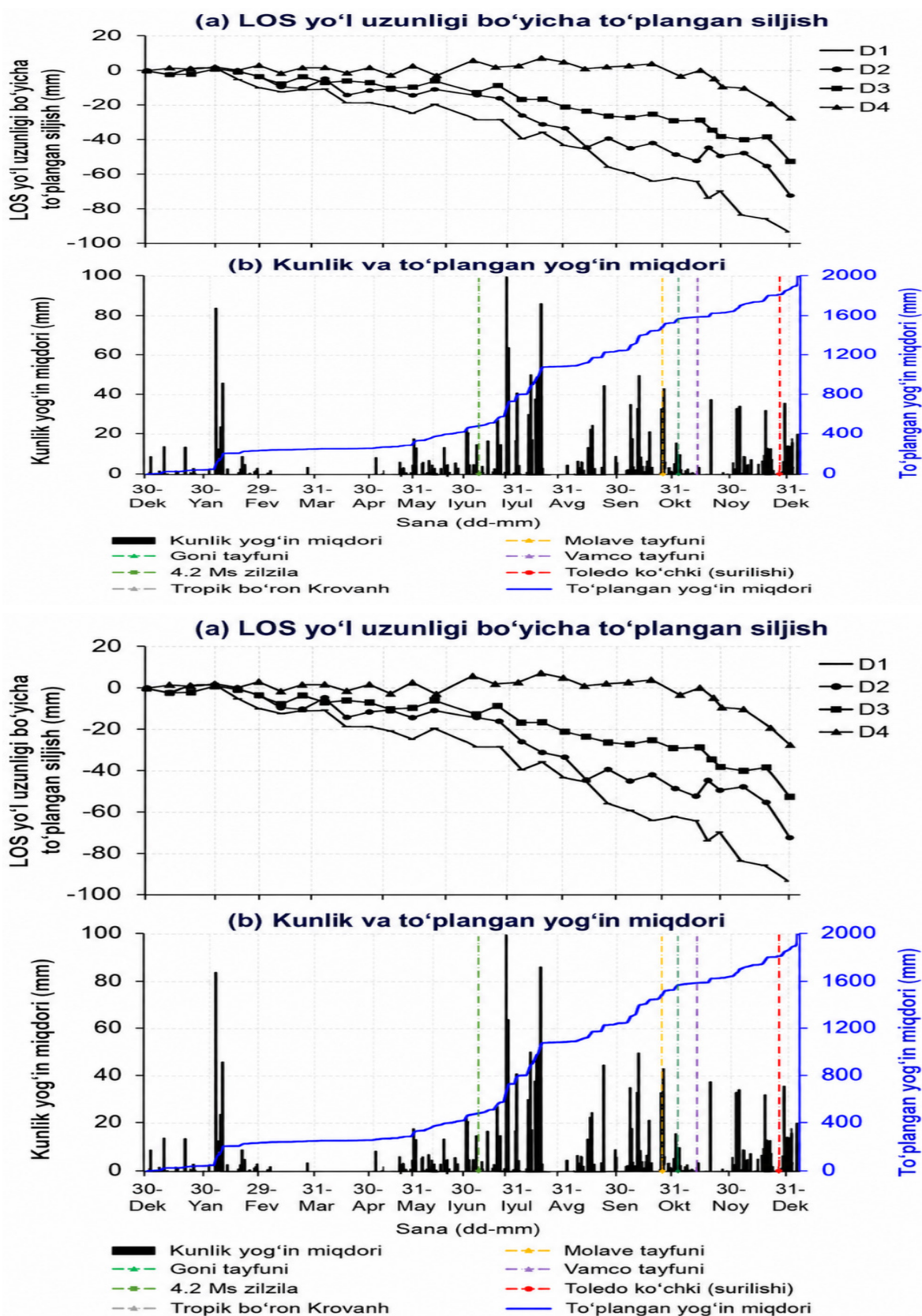
Deformatsiyalarning vaqt qatorlari. Qalmoqqir karyerining deformatsion jihatdan faol uchastkasida tanlangan to'rtta vakillik doimiy sochuvchi (PS) nuqtaning kumulyativ LOS siljish vaqt qatorlari keltirilgan. Mazkur nuqtalar 3-rasmda D1–D4 sifatida belgilanadi. 4b-rasmda esa tadqiqot davridagi kunlik va yig'indi yog'ingarchilik qiymatlari hamda deformatsion jarayonlarga ta'sir ko'rsatishi mumkin bo'lgan muhim gidrometeorologik hodisalar aks ettirilgan (4a-rasm).

PS nuqtalarining vaqt qatorlari karyer bortlaridagi deformatsiyalarning rivojlanish dinamikasini baholash imkonini beradi. Tahlil davomida yog'ingarchilikning o'zgarishi bilan sirt siljishlari o'rtasidagi bog'liqlik, shuningdek, deformatsiya tezligining vaqt bo'yicha o'zgarishi baholanadi. Yog'ingarchilik miqdorining ortishi tog' jinslari va grunt qatlamlarida namlikning ko'payishiga, ayrim hollarda esa g'ovak suv bosimining ortishi natijasida siljishga qarshilikning kamayishiga olib kelishi mumkin.

Shu bilan birga, Qalmoqqir karyeri sharoitida deformatsion jarayonlarni faqat gidrometeorologik omillar bilan izohlash mumkin emas. Qazib olish ishlari, portlatish jarayonlari, karyer bortlarining geometrik o'zgarishi, tog' jinslarining geologik tuzilishi, yoriqlilik darajasi va fizik-mexanik xususiyatlari deformatsiyaning rivojlanishiga ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Tadqiqot davrining oxirida D1, D2, D3 va D4 nuqtalarida qayd etilgan kumulyativ LOS siljishlari mos ravishda -26,16 mm, -50,70 mm, -69,80 mm va -90,05 mm ni tashkil etgan. Ushbu qiymatlar deformatsion jarayonlarning turli uchastkalarda bir xil tezlikda rivojlanmaganligini ko'rsatadi. Eng katta kumulyativ siljish D4 nuqtasida -90,05 mm, eng kichik siljish esa D1 nuqtasida -26,16 mm bo'lgan.

Mazkur natijalar asosida deformatsiya kuzatilayotgan uchastkalar alohida ajratilib, ularning vaqt bo'yicha rivojlanishi va karyer bortlarining barqarorligiga ehtimoliy ta'siri baholanadi. Deformatsiya qiymatlarining ortib borishi kuzatilgan uchastkalar potensial xavfli zonalarini aniqlashda muhim mezon sifatida qaraladi.



4-rasm. (a) Qalmoqqir karyerining deformatsion faol uchastkasidagi D1-D4 nuqtalarining kumulyativ LOS siljish vaqt qatorlari va (b) gidrometeorologik hamda texnogen hodisalar.



Deformatsion jarayonlarga ta'sir etuvchi omillar. Qalmoqqir ochiq karyeri Toshkent viloyati, Olmaliq shahri hududida, shaharning shimoli-g'arbiy qismiga tutash hududda joylashgan bo'lib, tadqiqot hududining taxminiy geografik koordinatalari  $40^{\circ}48'50''$  shimoliy kenglik va  $69^{\circ}38'47''$  sharqiy uzunlikni tashkil etadi. Karyer Qalmoqqir mis koni tarkibida joylashgan bo'lib, konning geologik tuzilishida cho'kindi, vulkanogen va intruziv jinslar majmuasi ishtirok etadi.

Qalmoqqir ochiq karyeridagi deformatsion jarayonlarning shakllanishi va rivojlanishiga geologik, gidrometeorologik, seysmik hamda texnogen omillar ta'sir ko'rsatishi mumkin. Karyer bortlarining barqarorligini baholashda ushbu omillarning o'zaro ta'sirini kompleks ravishda o'rganish muhim ahamiyatga ega.

2025-yildan boshlab Qalmoqqir va "Yoshlik-1" konlari hududida yer qobig'ining kuchlangan-deformatsiyalangan holati hamda texnogen seysmiklikni monitoring qilish tizimining tashkil etilishi karyer hududidagi seysmik va deformatsion jarayonlarni zamonaviy kuzatuv usullari yordamida baholash imkoniyatini kengaytiradi.

Gidrometeorologik omillar, xususan, kuchli va uzoq davom etuvchi yog'ingarchiliklar, tog' jinslari massivining namlanishiga, yoriqlar bo'ylab suvning singib borishiga va ayrim sharoitlarda g'ovak suv bosimining ortishiga olib kelishi mumkin. Natijada tog' jinslarining siljishga qarshiligi kamayib, karyer bortlarida mavjud deformatsiyalarning faollashishi ehtimoli ortadi.

Texnogen omillar ham Qalmoqqir karyeridagi deformatsion jarayonlarning muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Qazib olish frontlarining siljishi, karyer bortlarining geometrik parametrlarining o'zgarishi, tog' jinslarining qazib olinishi va portlatish ishlari massivning kuchlanish-deformatsiya holatiga ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Shu sababli Sentinel-1 PSInSAR yordamida aniqlangan LOS deformatsiyalarini karyerning geografik joylashuvi, geologik tuzilishi, yog'ingarchilik, seysmik hodisalar va texnogen faoliyat bilan birgalikda tahlil qilish Qalmoqqir karyeri bortlarining barqarorligini baholash uchun muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

## XULOSA VA TAKLIFLAR

Ushbu tadqiqotda Olmaliq shahrida joylashgan Qalmoqqir ochiq karyeri bortlaridagi deformatsion jarayonlarni Sentinel-1 PSInSAR usuli yordamida aniqlash va monitoring qilish masalasi ko'rib chiqildi. Tadqiqot natijalari karyer hududidagi sirt siljishlarini makoniy va vaqt bo'yicha baholash, deformatsion jihatdan faol uchastkalarni aniqlash hamda ularning rivojlanish tendensiyalarini kuzatish imkoniyatini ko'rsatadi.

Qalmoqqir karyerining murakkab relyefi, geologik tuzilishi, qazib olish jarayonlarining davomiyligi va bortlarning geometrik o'zgarishi deformatsion jarayonlarning shakllanishiga ta'sir etuvchi asosiy omillar sifatida qaraladi. Bunga qo'shimcha ravishda, yog'ingarchilik, seysmik ta'sirlar va portlatish ishlari kabi omillar mavjud deformatsiyalarning faollashishiga sabab bo'lishi mumkin. Shu sababli Sentinel-1 PSInSAR natijalarini geologik, gidrometeorologik va texnogen kuzatuv ma'lumotlari bilan birgalikda tahlil qilish karyer bortlarining barqarorligini yanada ishonchli baholash imkonini beradi.

Sentinel-1 SAR ma'lumotlarining keng hududni qamrab olishi Qalmoqqir karyerining nafaqat faol qazib olish olib borilayotgan bortlarini, balki ichki ag'darmalar, chiqindi jinslar joylashtiriladigan maydonlar va boshqa texnogen shakllangan relyef elementlarini ham muntazam kuzatish imkonini beradi. Bunday obyektlarda to'planadigan bo'sh va nisbatan zichlashmagan tog' jinslari vaqt o'tishi bilan cho'kish yoki yonlama siljish jarayonlariga uchrashi mumkin.

PSInSAR texnologiyasining muhim afzalligi shundaki, u katta hududlarda sirt deformatsiyalarini masofadan turib, muntazam ravishda kuzatish imkonini beradi. Shu jihatdan mazkur texnologiya Qalmoqqir karyerida deformatsion jarayonlarni erta aniqlash, potensial xavfli zonalarini ajratish, monitoring natijalarini geodezik va seysmik kuzatuvlar bilan integratsiyalash hamda karyer bortlarining barqarorligini baholash uchun samarali vosita bo'lishi mumkin.

Kelgusida Sentinel-1 PSInSAR monitoringini yuqori aniqlikdagi geodezik o'lchovlar, seysmik monitoring, meteorologik kuzatuvlar va karyerning raqamli relyef modeli bilan birlashtirish deformatsion jarayonlarning sabablarini chuqurroq o'rganish imkonini beradi. Bunday kompleks yondashuv Qalmoqqir karyerida xavfni baholash va erta ogohlantirish tizimini takomillashtirish uchun ilmiy-amaliy asos yaratadi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Ground Surface Subsidence Monitoring Using Sentinel-1 in the "Kostolac" Open Pit Coal Mine // *Remote Sensing*. - 2023. - Vol. 15, No. 10. - 2519.
2. European Space Agency (ESA). **Introducing the Sentinel-1 mission**. - ESA, Copernicus Sentinel-1 mission. Sentinel-1 C-diapazonli SAR ma'lumotlari va yer deformatsiyalarini monitoring qilish imkoniyatlari.
3. European Space Agency (ESA). **Sentinel-1: Facts and figures**. - ESA. Sentinel-1 missiyasining orbitasi, C-diapazonli SAR tizimi, kuzatuv davri va ma'lumotlardan foydalanish imkoniyatlari.
4. European Space Agency (ESA). **Sentinel Application Platform (SNAP)**. - ESA STEP. Sentinel-1 ma'lumotlarini qayta



- ishlash, SRTM DEM bilan ishlash va interferometrik tahlil imkoniyatlari.
5. Chen C.W., Zebker H.A. Two-dimensional phase unwrapping with use of statistical models for cost functions in nonlinear optimization // *Journal of the Optical Society of America A*. - 2001. - Vol. 18, No. 2. - P. 338-351. - DOI: 10.1364/JOSAA.18.000338.
  6. Shodiyev A.N., Xasanov A.A., Islomov E. Qalmoqqir va Yoshlik I karyerlarining geologik-texnik xususiyatlari va qazib olish sharoitlarini o'rganish va tahlil qilish // *Sanoatda raqamli texnologiyalar*. - 2025. - Vol. 3, No. 1. - DOI: 10.70769/3030-3214.SRT.3.1.2025.1.
  7. "Olmaliq kon-metallurgiya kombinati" AJ. **Qalmoqqir kon boshqarmasi**. Qalmoqqir konining geologik tuzilishi, rudalari va qazib olish sharoitlari haqida ma'lumot.
  8. O'zbekiston Milliy Ensiklopediyasi. **Qalmoqqir mis koni**. Qalmoqqir konining Olmaliq hududidagi joylashuvi, geologik tuzilishi va tarixiy o'zlashtirilishi haqida ma'lumot. - 2024.

# **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. № 9**

---

© 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](https://t.me/yait_2100)