

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

№5

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

2026 MAY



Milliy nashrlar

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

05.00.00 – Texnika fanlari
08.00.00 – Iqtisodiyot fanlar



Google Scholar

OPEN ACCESS

ULRICHSWEB™
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

Academic
Resource
Index
ResearchBib

ISSN INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

CYBERLENINKA

OpenAIRE

ROAD

INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

BASE

Crossref

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU



ISSN: 3060-463X

РЭУ.РФ
РОССИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА
ТАШКЕНТСКИЙ ФИЛИАЛ



muhandislik **& iqtisodiyot**

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

Elektron nashr, 2026-yil, may.

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

Shakarov Zafar G'afrovich, 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, 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

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

Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

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 modellashtirish
- 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

STERJEN KO'NDALANG KESIM YUZASI ELLIPS SHAKLIDAGI TRANSFORMATORNING QISQA TUTASHUV PAYTIDAGI MEKANIK ZO'RIQISHGA CHIDAMLILIGI	10
Bekishev Allabergen Yergashevich, Yakubova Dilfuza Kuanishovna, Saidova Nozima Akkulovna	
ВЛИЯНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ НА РАЗВИТИЕ СФЕРЫ УСЛУГ: ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕГИОНОВ УЗБЕКИСТАНА	19
Мусаева Шоира Азимовна, Муйинжонов Хусейн Алишеревич	
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО АДАПТАЦИИ В УЗБЕКИСТАНЕ	28
Габбарова Ильмира Володиевна	
BALAND BINOLAR FASADLARINI PARDOZLASH TEXNOLOGIYALARINI EKSPLOATATSION ISHONCHLILIK VA XIZMAT MUDDATINI UZAYTIRISH ASOSIDA OPTIMALLASHTIRISH	34
Amirov Shavkat Rahmatullayevich	
ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОГО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТУРИСТСКОГО ПОТЕНЦИАЛА БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ	41
Усманова Азиза Баходировна	
PEREGONDAGI HARAKATNI BOSHQARISH TIZIMLARINI MIKROPROTSESSORLI TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA TAKOMILLASHTIRILGAN TUZILMAVIY SXEMASINI ISHLAB CHIQISH	46
Xujamkulov Eldor G'ayratjon o'g'li	
INVESTITSIYALAR HAJMINI OSHIRISHGA QARATILGAN CHORA-TADBIRLAR VA ULARNI TAKOMILLASHTIRISH YO'LLARI	55
Alimova Dilafro'z Tohir qizii	
HUDUDLAR KESIMIDA AHOLI O'SISHINING BANDLIK DARAJASIGA TA'SIRINI EKONOMETRIK BAHOLASH (O'ZBEKISTON MISOLIDA)	61
Xusniddinova Gulnoza Ulug'bek qizi	
QUYOSH FOTOELEKTRIK PANELLARI SAMARADORLIGIGA ATROF-MUHIT OMILLARI VA CHANGLANISHNING TA'SIRI HAMDA ULARNI KAMAYTIRISHGA QARATILGAN INNOVATSION TEXNOLOGIYALAR	67
Botirov Bozorbek, Iskandarova Charos, Avazov Jonibek, Sultonov Abror	
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI QISHLOQ XO'JALIGINI RIVOJLANTIRISHNING HOZIRGI HOLATI TAHLILI ..	75
Rajapov Xayrulla Bekdurdievich, Sharipova Lobar Umrbek qizi	
INTERPOLATSION TIKLASH ALGORITMLARINING OCR ANIQLIGIGA TA'SIRINI BAHOLASH	82
Aliyev Nodirbek Hamidullo o'g'li	
IKORXONALARDA KORPORATIV BOSHQARUVNI TAKOMILLASHTIRISHNING ZAMONAVIY YONDASHUVLARI VA INSTITUTSIONAL OMILLARI	90
Muxtorova Shaxlo Farxodovna	
O'ZBEKISTONDA QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARINING RIVOJLANISH ISTIQBOLLARINI EKONOMETRIK PROGNOZLASH	94
Qo'ziboyev Behzod Hamidovich	
KPI-BASED PERFORMANCE MANAGEMENT AND ITS IMPACT ON EMPLOYEE PRODUCTIVITY	99
Sultanova Kamila Mukhtorali kizi	
SANOAT KORXONALARI IQTISODIY XAVFSIZLIGINI TA'MINLASHDA MARKETING VOSITALARIDAN FOYDALANISH AMALIYOTINI TAKOMILLASHTIRISH	104
Tursunxo'jayev Sardor Jamoliddin o'g'li	
FARG'ONA VILOYATI MAHALLALARIDA TADBIRKORLIK VA HUNARMANDCHILIKNI RIVOJLANTIRISHNING IJTIMOY-IQTISODIY VA INSTITUTSIONAL OMILLARINI BAHOLASH	110
Tuxtasinov Zafarjon Odiljonovich	



MHXS STANDARTLARIGA O‘TISH: KORXONALAR UCHUN AMALIY MUAMMOLAR VA YECHIMLAR	116
Eshniyazova Yulduz Yuldashbayevna	
TURMUSH FAROVONLIGINI BAHOLASHNING KO‘P O‘LCHOVLI USULLARI VA MEZONLARI	120
Turdikulova Moxira Maxmasharifovna	
KICHIK BIZNESNI RIVOJLANTIRISHNING MOLIVAVIY-IQTISODIY IMPERATIVLARI	125
Kaxorova Zamira Safaraliyevna	
YENGIL SANOAT KORXONALARIDA RO‘Y BERISHI MUMKIN BO‘LGAN BAXTSIZ HODISALAR VA UNI BARTARAF ETISH CHORA-TADBIRLARI	131
Dehqonov Oyatillo Mansurbek o‘g‘li, Abduraxmanov Abdurashid Ataxanovich	
VTULKA DETALINI ISHLAB CHIQRISHDA SHTAMPLASH TEXNOLOGIK JARAYONINI ISHLAB CHIQISH...	136
Abdullayev Fatxulla, Xasanov Kamoliddin, Yolg‘ashova Madina, Jo‘rayev Muhiddin	
JAHON MOLIVAVIY TIZIMINING TRANSFORMATSIYASI.....	140
Qobilova Nodira Qayumjon qizi, Normurodov X.E.	
KORXONALARDA “TEJAMKOR ISHLAB CHIQRISH” KONSEPSIYASIDAN FOYDALANISHNING XORIJ TAJRIBASI	144
Mamasoliyev G‘ayratbek Maxamadyusupovich	
HUDUDIY BARQARORLIKNI TA‘MINLASHDA MAHSULOT EKSPORTINI DIVERSIFIKATSIYALASH YO‘LLARI.....	149
Mamadjanova Tuyg‘unoy Axmadjanovna	
PAXTA-TO‘QIMACHILIK KLASTERLARIDA ISHLAB CHIQRISHNI DIVERSIFIKATSIYA QILISH ASOSIDA YUQORI QO‘SHILGAN QIYMATLI MAHSULOTLAR ULUSHINI KENGAYTIRISH	154
Yusupova Feruza Yo‘ldoshevna	
AHOLINING MOLIVAVIY SAVODXONLIGINI OSHIRISHDA MIKROLOYIHALARNING O‘RNI	159
Irgashev Anvar Farxodovich	
XALQARO KOMPANIYALARDA INNOVATSION BOSHQARUV TIZIMLARINI RIVOJLANTIRISH STRATEGIYALARI.....	166
Raxmankulov Sherzod Shokirovich	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕГРАДАЦИИ КОМПОНЕНТОВ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ: ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	171
Дыскин Валерий Григорьевич, Курбанов Юнус Муртаза угли, Жубаназаров Ринат Шапагат Улы	
RIVOJLANGAN DAVLATLARDA CHIQINDILARNI QAYTA ISHLASH TIZIMINING INSTITUTSIONAL ASOSLARI	177
O‘tbosarov Abrorbek Adxamjon o‘g‘li	
DAVLAT ORGANLARI VA TASHKILOTLARI ICHKI AUDITORLARINING PROFESSIONAL AXLOQ QOIDALARINI ISHLAB CHIQRISH.....	182
Xamidova Zarifa Urol qizi	
AUDIT JARAYONIDA DALIL OLISH VA UNING MUAMMOLARI.....	189
Ro‘zmetov Mansur	
O‘ZBEKISTONDA IJTIMOYIY TURIZMNI QO‘LLAB-QUVVATLASH MEXANIZMI VA ULARNING SAMARADORLIGI.....	193
Shaydulova Marjona Alisher qizi	
KORXONALARNING MOLIVAVIY HOLATINI IFODALOVCHI KO‘RSATKICHLAR VA ULARNING MOLIVAVIY TAHLILI AHAMIYATI.....	198
Rizoyev Farrux Hikmatilloevich	
NAMANGAN VILOYATIDA KICHIK SANOAT ZONALARIDA IQTISODIY SALOHİYATNI TAKOMILLASHTIRISH VA RIVOJLANTIRISH MASALALARI.....	203
Turaboev Ibroxim Ismoil o‘g‘li	
ISSIQLIK TEXNIKASIDA IKKILAMCHI BUG‘DAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH	208
Komilova Nodira Abdirahmon qizi	



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОРПОРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ В КОМПАНИЯХ С ГОСУДАРСТВЕННЫМ УЧАСТИЕМ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕФОРМ	218
Юсупов Зойиржон Ровшан угли, Жумаев Улуғбек Нодирбекович ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ КОМПАНИЙ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ	224
Тожалиев Шохрух Талип ўғли GAMES ARE A POWERFUL TOOL FOR IMPROVING LANGUAGE LEARNING	229
Kulakhmedova Gulnora Abdurahimovna O‘ZBEKISTONDA TIJORAT BANKLARINING INNOVATSION XIZMATLARI ORQALI KAMBAG‘ALLIKNI KAMAYTIRISH	234
Azlarova Aziza Axrorovna AVTOMOBIL SANOATIDA MAHALLIYLASHTIRISH JARAYONLARINI BOSHQARISH VA RISKLARNI KAMAYTIRISH MEKANIZMLARI	241
Marufxanov Davron Hasanovich O‘ZBEKISTONDA KICHIK BIZNES VA YOSHLAR TADBIRKORLIGINI RIVOJLANTIRISHNING YANGI IMKONIYATLARI: 2026-YIL ISLOHOTLARI VA ISTIQBOLLARI	249
Isakjanova Saboxat Muhamedovna MINTAQA IQTISODIYOTI VA SANOATNING RIVOJLANISHI O‘RTASIDAGI O‘ZARO BOG‘LIQLIKNING NAZARIY YONDASHUVLARI	256
Jalolova Muazzamxon Akbarjonovna DINAMIK NARX SHAKLLANTIRISHNI JORIY ETISHDA ASOSIY MUAMMOLAR VA ULARNI HAL ETISH YO‘LLARI	261
Anvar Deberdiyev RAQAMLI XIZMATLARNING O‘ZBEKISTON TASHQI SAVDO BALANSIDAGI O‘RNI	265
Latipova Shaxnoza Maxmudovna, Normurodova Zuhra Orzimurod qizi TURISTIK KORXONALAR INNOVATSION FAOLIYATINI MOLIYALASHTIRISH SAMARADORLIGINI BAHOLASHNING METODOLOGIK ASOSLARI	271
Ruzibayeva Nargiza Xakimovna IQTISODIY TIZIMDA TADBIRKORLIK VA TADBIRKORLIK QOBILiyATIGA YANGICHA YONDASHUV	276
Tadjiev Bexzod Umidjanovich OTMNI MOLIYAVIY TA‘MINLASHNING INNOVATSION MOLIYAVIY MODELARI	283
Tuxliyev Bozor Karimovich TOG‘-KON SANOATI KORXONALARIDA TEXNOLOGIK TIZIMLARNI RIVOJLANTIRISHNING KONSEPTUAL ASOSLARI	286
Abirova Nargizabonu TADBIRKORLIK SUBYEKTLARI FAOLIYATIDA INNOVATSION LOYIHALARNI MOLIYALASHTIRISHNI SAMARADORLIGINI OSHIRISH YO‘LLARI	291
Ro‘ziyeva Maftuna Yusufovna OMMAVIY AXBOROT VOSITALARI KORXONALARINING MOLIYAVIY BARQARORLIGINI BAHOLASHDA IQTISODIY KO‘RSATKICHLAR DINAMIKASINING EMPIRIK TAHLILI	296
Sharipova Shahlo Istamovna METROLOGIYANING ILMIY-METODIK ASOSLARI VA UNING ZAMONAVIY RIVOJLANISH TENDENSIYALARI	301
Maxmudov Dostonbek Soyibjon o‘g‘li SANOAT KORXONALARIGA KIRITILGAN INVESTITSİYALAR SAMARADORLIGINING ILMIY-NAZARIY ASOSLARI	305
Mirzakulova Risolat Musurmankulovna O‘ZBEKISTONDA RAQAMLI DAVLAT BOSHQARUVI TIZIMINI RIVOJLANTIRISHNING USTUVOR YO‘NALISHLARI	310
Ibragimova Saodat, Mirhamidova Dilorom, Shagaipova Gulchehra	



OLIV TA'LIM BITIRUVCHILARI SONINING JISMONIY SHAXSLAR DAROMAD SOLIG'IGA TA'SIRI VA INSON KAPITALI ORQALI IJTIMOIV XARAJATLARNI BOSHQARISH.....	316
Primova Nigora Ikrom qizi	
GLOBAL BIZNESDA INNOVATSIYALARNING ROLI: YANGI TEXNOLOGIYALARNI JORIY ETISHGA STRATEGIK YONDASHUVLAR	324
Raxmankulov Sherzod Shokirovich	
ELEKTRON TIJORAT BILAN SHUG'ULLANUVCHI KORXONALARDA MIJOZLAR QONIQISH DARAJASI..	330
Aripov Ulug'bek Bahodirovich	
KICHIK BIZNESDA INVESTITSIYA SAMARADORLIGINI BAHOLASH MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH YO'LLARI.....	334
Xakimov Akbar Anvarovich	
FOTOELEKTRIK TIZIM SAMARADORLIGIGA HARORAT, SOYALANISH VA DEGRADATSIYA OMILLARINING TA'SIRI.....	337
Majidova Maxliyo A'zam qizi	
ISSIQLIK TEXNIKASIDA IKKILAMCHI BUG'DAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH	347
Komilova Nodira Abdirahmon qizi	



ISSIQLIK TEXNIKASIDA IKKILAMCHI BUG'DAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Komilova Nodira Abdirahmon qizi

Olmaliq davlat texnika instituti

Pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Email: baxti7222@gmail.com

Annotatsiya: Issiqlik elektr stansiyasida (IES) ikkilamchi bug'dan foydalanish samaradorligini oshirish masalalari ko'rib chiqilgan. Kombinat energetikasida ikkilamchi bug' utilizatsiyasining zamonaviy usullari, issiqlik almashtirgichlar tizimini modernizatsiya qilish va energiya tejankor texnologiyalar tahlil etilgan. Tadqiqot davomida bug'ning issiqlik parametrlari, texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar va atrof-muhitga ta'siri baholangan. Taklif etilgan chora-tadbirlar yillik 18–23% energiya tejashga hamda CO₂ chiqindilari miqdorini sezilarli kamaytirishga erishish imkonini beradi. Natijalar OKMK kabi yirik metallurgiya korxonalarini uchun amaliy ahamiyat kasb etadi.

Kalit so'zlar: ikkilamchi bug', issiqlik elektr stansiyasi, Olmaliq kon-metallurgiya kombinati, energiya tejankorlik, bug' utilizatsiyasi, issiqlik almashtirgich, eksperimental tahlil, metallurgiya energetikasi.

Аннотация: Рассмотрены вопросы повышения эффективности использования вторичного пара на тепловой электростанции (ТЭС). Проанализированы современные методы утилизации вторичного пара в энергетике комбината, модернизация системы теплообменников и энергосберегающие технологии. В ходе исследования были оценены тепловые параметры пара, технико-экономические показатели и воздействие на окружающую среду. Предложенные меры позволят достичь годовой энергосбережения в размере 18–23% и значительного снижения выбросов CO₂. Результаты имеют практическое значение для крупных металлургических предприятий, таких как АГМК.

Ключевые слова: вторичный пар, тепловая электростанция, Алмалыкский горнометаллургический комбинат, энергосбережение, утилизация пара, теплообменник, экспериментальный анализ, металлургическая энергетика.

Abstract: This article examines issues of improving the efficiency of secondary steam utilization at the thermal power station of Almaliq Mining and Metallurgical Combine (AMMC). Modern methods of secondary steam utilization in combine energy systems, modernization of heat exchanger systems, and energy-saving technologies are analyzed. Thermal parameters of steam, technical-economic indicators and environmental impact are evaluated. The proposed measures allow achieving 18–23% annual energy savings and significant reduction of CO₂ emissions. The results are of practical importance for large metallurgical enterprises similar to AMMC.

Keywords: secondary steam, thermal power station, Almaliq MMC, energy efficiency, steam utilization, heat exchanger, energy analysis, metallurgical energetics.

KIRISH

Zamonaviy sanoatning jadal rivojlanishi energiya resurslaridan samarali foydalanish masalasini dolzarb muammoga aylantirmoqda. Ayniqsa, metallurgiya sanoatida energiya sarflari umumiy ishlab chiqarish xarajatlarining 30–45 foizini tashkil etadi. Shu bois energiya tejankorlik va ikkilamchi energiya resurslaridan foydalanish masalalari ilmiy-amaliy jihatdan katta ahamiyat kasb etmoqda.

Olmaliq kon-metallurgiya kombinati (OKMK) O'zbekistonning yirik sanoat korxonalaridan biri bo'lib, mis, oltin, kumush va boshqa rangli metallar ishlab chiqaradi. Kombinatda issiqlik elektr stansiyasi (IES) mavjud bo'lib, u kombinatning asosiy energiya ta'minotchisi hisoblanadi. IESda hosil bo'ladigan ikkilamchi bug' – texnologik jarayonlardan chiquvchi past bosimli bug' – to'liq utilizatsiya qilinmasa, energiya isrofiga olib keladi.

Ikkilamchi bug' – bu asosiy bug' turbinalarida qisman ishlatilgandan so'ng chiqadigan yoki texnologik jarayonlarda hosil bo'ladigan past va o'rta bosimli bug'dir. Bu resursdan oqilona foydalanish elektr energiyasi ishlab chiqarish, uylarni isitish, texnologik jarayonlarni ta'minlash kabi sohalarda yuqori iqtisodiy samara berishi mumkin.

Tadqiqotning maqsadi – OKMK IESida ikkilamchi bug'dan foydalanish samaradorligini oshirishning ilmiy asoslangan taklif va chora-tadbirlarini ishlab chiqish, texnik-iqtisodiy va ekologik jihatdan asoslash hisoblanadi.

Tadqiqot obyekti: OKMK issiqlik elektr stansiyasining bug' tizimi va ikkilamchi bug' utilizatsiya qurilmalari. Tadqiqot predmeti: bug' parametrlari, issiqlik almashtirgichlar tizimi, energiya balansini optimallashtirish

mexanizmlari va modernizatsiya texnologiyalari.

Maqolaning ilmiy yangiligi: OKMK sharoitida ikkilamchi bug'dan foydalanishning kompleks eksergetik-iqtisodiy modeli yaratilgan va amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan. Natijalar O'zbekistonning sanoat energetikasi sohasida ilmiy bazani boyitadi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Ikkilamchi energiya resurslaridan foydalanish muammosi jahon ilmiy hamjamiyatining diqqat markazida turadi. Turli tadqiqotchilar bu sohadagi nazariy va amaliy yondashuvlarni rivojlantirib kelmoqdalar.

Rossiya olimi Andreev V.A. va uning hamkasblari [1] metallurgiya korxonalarida bug'-kondensatli tizimlarni optimallashtirish bo'yicha kompleks tadqiqotlar olib borishgan. Ularning ishlarida ikkilamchi bug'dan qayta foydalanishning iqtisodiy samarasi 15–25% ni tashkil etishi ko'rsatilgan. Bunday yondashuv OKMK uchun ham katta ahamiyat kasb etadi.

Xitoy tadqiqotchilari Chen X. va Zhou L. [2] mis eritish sanoatida issiqlik rekuperatsiyasi texnologiyalarini o'rganishgan. Ular bug' qozonlari va issiqlik almashtirgichlar integratsiyasi orqali korxonada energiya sarfini 20% kamaytirish mumkinligini aniqlashgan. Bu natijalar OKMK mis eritish sexlari uchun bevosita qo'llanilishi mumkin.

Yevropadagi tadqiqotchilar, jumladan Lund H. va Mathiesen B.V. [3] kaskadli bug' utilitatsiya tizimlarining samaradorligini tahlil qilishgan. Ularning modellariga ko'ra, to'g'ri loyihalashtirilgan kaskadli tizim energiyani 30% gacha tejashi mumkin.

O'zbek olimlaridan Normatov I.Sh. va Abdullayev A.A. [4] O'zbekiston sanoat korxonalarida energiya tejamkorlik muammolarini o'rganishgan. Ularning tadqiqotlari shuni ko'rsatadiki, mamlakatimiz sanoatida ikkilamchi energiya resurslaridan foydalanish darajasi hali yetarli emas va bu sohadagi salohiyat sezilarli.

Mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatmoqdaki, ikkilamchi bug'dan foydalanishning universal modeli yo'q, har bir korxonada uchun individual texnik-iqtisodiy yondashuv talab etiladi. OKMK uchun bunday kompleks tahlil ilk marta ushbu tadqiqotda amalga oshirilmoqda.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqotda kompleks yondashuv qo'llanilgan bo'lib, u quyidagi asosiy metodlarni o'z ichiga oladi: energetik va eksergetik tahlil, texnik-iqtisodiy baholash, matematik modellashtirish va taqqosiy tahlil.

Energetik va eksergetik tahlil metodikasi

Energetik tahlil birinchi termodinamika qonuniga asoslanib, tizimning issiqlik balansini o'rganadi. Ikkilamchi bug'ning issiqlik quvvati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$Q_2 = D_2 \cdot (h_2 - h_k) \quad [\text{kVt}]$$

bu yerda: D_2 – ikkilamchi bug' sarfi (kg/s);

h_2 – ikkilamchi bug'ning entalpiyasi (kJ/kg);

h_k – kondensatning entalpiyasi (kJ/kg).

Eksergetik tahlil esa ikkinchi termodinamika qonuniga asoslanib, energiyaning sifatini baholaydi. Bug'ning eksergetik qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$Ex = D_2 \cdot [(h_2 - h_0) - T_0 \cdot (s_2 - s_0)] \quad [\text{kVt}]$$

bu yerda: h_0 , s_0 – o'lik holatda ($T_0 = 298 \text{ K}$, $P_0 = 0,1013 \text{ MPa}$) entalpiya va entropiya; s_2 – bug'ning entropiyasi.

Eksergetik FIK quyidagicha aniqlanadi:

$\eta_{ex} = Ex_{chiqish} / Ex_{kirish} \cdot 100\%$ Issiqlik almashtirgichlar samaradorligini baholash

Issiqlik almashtirgichning samaradorligi ishlash darajasi (ϵ) orqali baholanadi, u ϵ_{max} ga nisbati sifatida aniqlanadi:

$$\epsilon = Q_{haqiqiy} / Q_{max} = NTU \cdot (1 + NTU)^{-1}$$

bu yerda: NTU (Number of Transfer Units) – o'tkazish birliklarining soni. NTU qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$NTU = k \cdot F / C_{min}$$

bu yerda: k – issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti ($\text{Vt}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$); F – issiqlik almashtirgich yuzasi (m^2); C_{min} – kichikroq issiqlik sig'imi (Vt/K). Texnik-iqtisodiy tahlil metodikasi

Loyihaning iqtisodiy samaradorligi quyidagi ko'rsatkichlar orqali baholanadi: sof hozirgi qiymat (NPV), ichki daromadlilik darajasi (IRR), investitsiyalarni qaytarish muddati (PBP) va xarajat-foyda nisbati (BCR).

Sof hozirgi qiymat (NPV) quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$NPV = \sum [C_t / (1+r)^t] - I_0$$

bu yerda: C_t – t-yildagi pul oqimi; r – diskontlash stavkasi (%); I_0 – boshlang'ich investitsiya; t – yillar soni.



TAHLIL VA NATIJALAR

Sanoat korxonalarida ikkilamchi bug' quyidagi manbalarda hosil bo'ladi: bug' turbinalarining chiqish bosimi qismidan, texnologik bug' generatorlaridan (mis eritish pechlari, konverterlar, rekuperatorlar), bug'-kondensatli siklning tarkibiy qismlaridan va issiqlik almashtirgich tizimlaridan.

Ikkilamchi bug'ning asosiy klassifikatsiyasi bosimiga qarab amalga oshiriladi: past bosimli bug' (0,05–0,3 MPa), o'rta bosimli bug' (0,3–1,5 MPa) va yuqori bosimli bug' (1,5 MPa dan yuqori). Har bir tur o'zining qo'llanish sohasiga ega.

Olmaliq kon-metallurgiya kombinati 1949-yilda tashkil etilgan bo'lib, O'zbekistonning eng yirik rangli metallurgiya korxonasi hisoblanadi. Kombinat hududida mis eritish zavodi, oltin qayta ishlash korxonasi, kimyo zavodi va boshqa ishlab chiqarish obyektlari mavjud.

Kombinatning issiqlik elektr stansiyasi 1960-yillarda qurilgan bo'lib, keyinchalik modernizatsiya qilingan. Hozirgi kunda IES 4 ta bug'-quvvat agregati va bir qator issiqlik almashtirgichlardan iborat. Stansiyaning umumiy o'rnatilgan quvvati 310 MVt elektr va 850 Gkal/soat issiqlik energiyasini tashkil etadi.

OKMK IESning asosiy texnik ko'rsatkichlari 1-jadvalda keltirilgan. Jadvalda yillik o'rtacha qiymatlar va loyiha parametrlari taqqoslangan (1-jadval).

1-jadval. OKMK IES asosiy texnik ko'rsatkichlari¹

Ko'rsatkich	O'lchov birligi	Loyiha qiymati	Hozirgi qiymat	Farq, %
O'rnatilgan quvvat	MVt	310	285	-8,1
Bug' ishlab chiqarish	t/soat	1 200	1 080	-10,0
Bug' bosimi (asosiy)	MPa	13,5	12,8	-5,2
Bug' harorati (asosiy)	°C	555	540	-2,7
Yonilg'i sarfi	t sh.k./soat	68	74	+8,8
Issiqlik FIK	%	38,5	34,2	-4,3
Ikkilamchi bug' utilizatsiyasi	%	85	62	-23,0
Yillik elektr ishlab chiqarish	mln. kVt·s	2 120	1 890	-10,9

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, hozirgi ishlab chiqarish ko'rsatkichlari loyiha qiymatlaridan sezilarli darajada pastdir. Ayniqsa, ikkilamchi bug' utilizatsiyasi bo'yicha farq 23 foizni tashkil etadi – bu muhim muammo ekanligidan dalolat beradi.

OKMKda ikkilamchi bug'ning asosiy manbalari mis eritish sexlari, konverterlar va anodli pechlardagi ekzotermik reaksiyalar, bug' turbinalarining chiqish qismlaridagi kichik bosimli bug', qozon-utilizatorlardagi texnologik qoldiq issiqlik va bug' kondensati tizimlaridan iborat.

2-jadvalda kombinatning turli sexlarida hosil bo'ladigan ikkilamchi bug' miqdori va parametrlari keltirilgan (2-jadval).

2-jadval. OKMK sexlari bo'yicha ikkilamchi bug' manbalari²

Manba (sex)	Bug' miqdori, t/soat	Bosim, MPa	Harorat, °C	Utilizatsiya, %
Mis eritish sexi №1	85,4	0,18	128	55
Mis eritish sexi №2	78,6	0,20	132	60
Konverter sexi	124,8	0,14	118	48
Anodli pechlar	42,3	0,25	145	70
Turbogenerator T-50	96,5	0,12	105	75
Turbogenerator T-80	112,7	0,13	108	72
Qozon-utilizatorlar	68,2	0,30	160	82
JAMI	608,5	–	–	62 (o'rtacha)

Keltirilgan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, kombinatda soatiga 608,5 tonna ikkilamchi bug' hosil bo'ladi. Bundan faqat 62 foizi samarali utilizatsiya qilinadi, qolgan esa atmosferaga chiqarib yuborilmoqda yoki kondensatsiya yo'li bilan yo'qotilmoqda.

OKMK IESda o'tkazilgan asbobiy o'lchov natijalari va texnik hujjatlar tahlili asosida joriy energiya balansi

1 Manba: Muallif ishlanmasi.

2 Manba: Muallif ishlanmasi.

tuzildi. Tahlil natijalariga ko'ra, kombinatda yiliga taxminan 185 000 tonna bug' ekvivalentidagi ikkilamchi energiya yo'qotilmoqda. Bu ko'rsatkich moliyaviy jihatdan 4,2 million dollarni tashkil etadi.

Energiya yo'qotishlarining asosiy sabablari quyidagilardir: issiqlik almashtirgichlarning eskirganligi (o'rtacha xizmat muddati 28 yil); utilitatsiya tizimlarining to'liq qamrab olmasligi (konverter sexida 52% yo'qotish); boshqaruv tizimlarining avtomatik emasligi; bug' tarmoqlarining yaxshi izolyatsiya qilinmaganligi.

3-jadvalda OKMK sexlari bo'yicha eksergetik tahlil natijalari keltirilgan (3-jadval).

3-jadval. Sexlar bo'yicha eksergetik tahlil natijalari³

Sex nomi	Kiruvchi eksergiya, MVt	Chiquvchi eksergiya, MVt	Yo'qotish, MVt	Eksergetik FIK, %
Mis eritish sexi №1	28,4	17,6	10,8	62,0
Mis eritish sexi №2	26,2	16,9	9,3	64,5
Konverter sexi	41,5	22,8	18,7	54,9
Anodli pechlar	14,1	10,4	3,7	73,8
Turbogenerator T-50	32,1	25,6	6,5	79,8
Turbogenerator T-80	37,4	29,8	7,6	79,7
Qozon-utilizatorlar	22,7	19,4	3,3	85,5
Jami	202,4	142,5	59,9	70,4

Eksergetik tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, eng past samaradorlik konverter sexida kuzatilmoqda (54,9%). Bu sohada modernizatsiya o'tkazish eng ko'p samara berishi kutilmoqda. Umumiy eksergetik FIK 70,4% bo'lib, loyiha qiymati 84,5% dan sezilarli past.

Bug' taqsimot tarmog'ining texnik holati tadqiqot doirasida batafsil o'rganildi. Jami 14,2 km bug' quvurlarining 38%i kapital ta'mirga muhtoj, 22%i esa to'liq almashtirishni talab etadi. Izolyatsiya yo'qotishlari o'rtacha 18% ga yetadi, bu esa me'yordan 3 barobar yuqori ko'rsatkichdir.

Issiqlik almashtirgichlarning o'rtacha yoshi 24 yilni tashkil etib, 7 ta agregat loyiha samaradorligining 60% dan pastida ishlayapti. Korroziya va cho'kindi ko'payganligi sababli umumiy issiqlik o'tkazuvchanlik 31% ga pasaygan.

Tadqiqot natijalari asosida OKMK IESida ikkilamchi bug'dan foydalanish samaradorligini oshirish uchun quyidagi kompleks chora-tadbirlar tizimi ishlab chiqildi. Bu chora-tadbirlar texnik, boshqaruv va tashkiliy yo'nalishlarda amalga oshirilishi tavsiya etiladi.

Kaskadli bug' utilitatsiya tizimining asosiy tamoyili shundan iboratki, yuqori bosimli bug' ketma-ket past bosimli tizimlar orqali o'tib, har bir bosqichda foydali ish bajaradi. OKMK uchun uch bosqichli kaskadli sistema taklif etilmoqda.

Birinchi bosqich (0,8–1,2 MPa): ishlab chiqarish sexlari ehtiyojlari uchun texnologik bug'. Ikkinchi bosqich (0,2–0,5 MPa): issiqlik ta'minoti va quritish jarayonlari uchun bug'. Uchinchi bosqich (0,1–0,2 MPa): kondensatni qaytarib olish va qo'shimcha elektr energiyasi ishlab chiqarish.

Kaskadli tizimni joriy etish hisoblamalari quyidagi natijalarga ko'ra amalga oshirildi (4-jadval):

4-jadval. Kaskadli tizim samaradorligi bashorati⁴

Bosqich	Bosim, MPa	Bug' sarfi, t/soat	Issiqlik quvvati, MVt	Qo'shimcha samara, mln. so'm/yil
1-bosqich	0,8–1,2	186	142	8 450
2-bosqich	0,2–0,5	248	168	9 820
3-bosqich	0,1–0,2	174	98	5 640
Jami	–	608	408	23 910

Joriy issiqlik almashtirgichlarni zamonaviy plastinkali va spiralli turdagi agregatlarga almashtirish taklif etiladi. Plastinkali issiqlik almashtirgichlar an'anaviy trubali konstruksiyalarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega: yuqori issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti (4 000–8 000 Vt/m²·K), kichik o'lcham va massa, oson texnik xizmat ko'rsatish.

Hisoblamalarga ko'ra, mis eritish sexi №1 uchun 4 ta plastinkali issiqlik almashtirgich o'rnatilishi tavsiya

3 Manba: Muallif ishlanmasi.

4 Manba: Muallif ishlanmasi.



etiladi. Ularning texnik parametrlari: umumiy yuzasi 2 800 m², issiqlik quvvati 18,4 MVt, samaradorlik koeffitsiyenti 0,92. Bunday almashtirish sexi eksergetik FIKini 62,0% dan 81,5% gacha oshiradi.

Konverter sexida eng katta modernizatsiya talab etiladi. Bu yerda yuqori haroratli gaz oqimi bilan ishlovchi maxsus qozon-utilizatorlar o'rnatilishi zarur. Ularda hosil bo'lgan bug' kaskadli tizimning birinchi bosqichiga yuboriladi.

Taklif etilgan raqamli boshqaruv tizimi quyidagi funksiyalarni bajaradi: real vaqt rejimida bug' parametrlarini monitoring qilish, optimal rejimni avtomatik tanlash algoritmini qo'llash, nosozliklarni erta aniqlash va signalizatsiya, energiya balansini avtomatik yuritish va tahlil qilish.

IoT sensorlari (temperatura, bosim, sarfililik) va sun'iy intellekt asosidagi bashorat tizimi birgalikda ishlashi natijasida energiya samaradorligi 8–12% ga oshishi kutilmoqda.

Hozirda OKMKda kondensatning qaytarib olinish darajasi 55% ni tashkil etadi. Bu ko'rsatkichni 90% gacha yetkazish uchun yopiq kondensatni qaytarish tizimini o'rnatish taklif etiladi. Kondensatni qaytarib olish ikki jihatdan samarali: issiqlik energiyasini tejash (kondensatning harorati 80–90°C bo'lib, uni qayta isitishga energiya sarfi kamayadi) va suvni tejash (demineralizatsiya qilingan suv qimmat resurs).

Taklif etilgan tizim 47 ta kondensatni qaytaruvchi modul, 3,8 km quvur liniyasi va 2 ta kondensatli rezervuardan iborat. Ushbu tizim yiliga taxminan 185 000 m³ demineralizatsiya qilingan suv va 22 000 GJ issiqlik energiyasini tejaydi.

Taklif etilgan chora-tadbirlarni amalga oshirish uchun zarur bo'lgan kapital xarajatlar 5-jadvalda keltirilgan. Narxlar 2024-yil bozor sharoitlariga ko'ra belgilangan (5-jadval).

5-jadval. Investitsiya xarajatlari tarkibi⁵

Chora-tadbir	Xarajat, mln. so'm	Xarajat, mln. USD	Ulush, %
Kaskadli utilizatsiya tizimi	48 600	4,38	32,4
Plastinkali issiqlik almashtirgichlar	36 400	3,28	24,3
Qozon-utilizatorlar (konverter sexi)	28 800	2,59	19,2
SCADA va avtomatlashtirish tizimi	14 200	1,28	9,5
Kondensatni qaytarish tizimi	12 600	1,13	8,4
Bug' tarmog'ini izolyatsiya qilish	6 800	0,61	4,5
Loyiha va o'rnatish ishlari	2 700	0,24	1,8
JAMI	150 100	13,51	100

Chora-tadbirlar amalga oshirilgandan so'ng yillik iqtisodiy samara quyidagi manbalar hisobiga shakllanadi: elektr energiyasi tejalishi qiymati, bug' generatsiyasining kamayishi, demineralizatsiya qilingan suv tejalishi, yonilg'i sarfining kamayishi (6-jadval).

6-jadval. Yillik iqtisodiy samara tarkibi⁶

Samara turi	Miqdor	Qiymat, mln. so'm/ yil	Qiymat, mln. USD/yil
Elektr energiyasi tejalishi	28,4 mln. kVt·s	18 460	1,66
Gaz sarfi kamayishi	14 200 m.n.m ³	12 920	1,16
Demineralizatsiya suvi tejalishi	185 000 m ³	2 960	0,27
Issiqlik energiyasi samarasi	22 000 GJ	3 520	0,32
Texnik xizmat xarajatlar tejalishi	–	1 840	0,17
JAMI	–	39 700	3,57

Loyihaning moliyaviy samaradorligini baholash uchun diskontlash stavkasi 12% (O'zbekiston Markaziy bankining kurs ko'rsatkichi) va 15 yillik hisoblash davri qabul qilingan. Hisoblash natijalari 7-jadvalda keltirilgan (7-jadval).

5 Manba: Muallif ishlanmasi.

6 Manba: Muallif ishlanmasi.

7-jadval. Loyihaning moliyaviy ko'rsatkichlari⁷

Moliyaviy ko'rsatkich	Qiymat	Baholash
Boshlang'ich investitsiya (I_0)	13,51 mln. USD	–
Yillik sof pul oqimi (CF)	3,12 mln. USD	–
Sof hozirgi qiymat (NPV)	8,74 mln. USD	Ijobiy
Ichki daromadlilik darajasi (IRR)	22,4%	Yuqori
Oddiy qaytarish muddati	4,3 yil	Qabul qilinadi
Diskontlangan qaytarish muddati	5,8 yil	Qabul qilinadi
Foyda indeksi (PI)	1,65	Ijobiy

Moliyaviy tahlil natijalari loyihaning yuqori iqtisodiy samaradorligini tasdiqlaydi. NPV qiymati musbat (8,74 mln. USD), IRR esa diskontlash stavkasidan (12%) ancha yuqori (22,4%). Diskontlangan qaytarish muddati 5,8 yil bo'lib, bu sanoat modernizatsiya loyihalari uchun qoniqarli hisoblanadi.

Ikkilamchi bug'dan foydalanish samaradorligini oshirish nafaqat iqtisodiy, balki ekologik jihatdan ham katta ahamiyatga ega. Yoqilg'i sarfining kamayishi bevosita atmosferaga chiqariladigan zararli moddalar miqdorini kamaytiradi.

Tabiiy gaz sarfining yiliga 14,2 mln. m³ kamayishi natijasida CO₂ chiqindilari sezilarli darajada qisqaradi. Hisoblamalarga ko'ra, 1 m³ tabiiy gaz yonganda o'rtacha 1,96 kg CO₂ ajraladi. Demak, yillik CO₂ tejilishi:

$$\Delta CO_2 = 14\,200\,000 \text{ m}^3/\text{yil} \times 1,96 \text{ kg/m}^3 = 27\,832 \text{ t CO}_2/\text{yil}$$

Bu ko'rsatkich Parij kelishuviga muvofiq O'zbekistonning iqlim majburiyatlarini bajarishga sezilarli hissa qo'shadi. Shuningdek, karbon kreditlari bozorida bu tejilish yiliga taxminan 558 000 dollarlik daromad keltirishi mumkin (SO₂ almashtirish narxi 20 USD/t darajasida) (8-jadval).

 8-jadval. Ekologik ko'rsatkichlar taqqoslamasi⁸

Ko'rsatkich	Joriy holat (yillik)	Modernizatsiyadan keyin	Kamayish
CO ₂ chiqindilari, t/yil	182 400	154 568	27 832 (-15,3%)
SO ₂ chiqindilari, t/yil	1 240	1 052	188 (-15,2%)
NO _x chiqindilari, t/yil	864	726	138 (-16,0%)
Suv sarfi, mln. m ³ /yil	2,84	2,65	0,19 (-6,7%)
Issiqlik iflosi, MVt·soat/yil	38 600	28 400	10 200 (-26,4%)

Hozirda utilizatsiya qilinmagan ikkilamchi bug' atmosferaga chiqarib yuborilmoqda, bu esa mahalliy mikroiklimga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Kombinat atrofidagi hududning yil davomida o'rtacha harorati atrof-muhitdan 1,8°C yuqori. Modernizatsiya natijasida bu farq 0,9°C gacha kamayishi kutilmoqda.

Suv obyektlarining issiqlik ifloslanishi ham muammo hisoblanadi. Sovutish tizimlari orqali mahalliy suv havzasiga tushayotgan issiqlik yiliga 38 600 MVt·soatni tashkil etadi. Taklif etilgan chora-tadbirlar bu ko'rsatkichni 26% ga kamaytiradi.

Taklif etilgan chora-tadbirlarni amalga oshirish 4 bosqichda rejalashtirilgan. Har bir bosqich aniq maqsad, muddatlar va kutilayotgan natijalarni o'z ichiga oladi (9-jadval).

 9-jadval. Amalga oshirish bosqichlari va muddatlari⁹

Bosqich	Davr	Asosiy ishlar	Xarajat, mln. USD	Kutilayotgan samara
1-bosqich: Tayyorgarlik	1–6 oy	Loyihalash, pudratchilar tanlash, qurilish ruxsatnomasi	0,8	–
2-bosqich: Asosiy qurilish	7–18 oy	Issiqlik almashtirgichlar, kondensatli tizim o'rnatish	7,2	+12% FIK
3-bosqich: Kaskadli tizim	19–30 oy	Kaskadli utilizatsiya tarmog'ini qurish	4,4	+18% FIK

7 Manba: Muallif ishlanmasi.

8 Manba: Muallif ishlanmasi.

9 Manba: Muallif ishlanmasi.



4-bosqich: Avtomatlashtirish	31–36 oy	SCADA tizimi, monitoring, sinovlar	1,11	+23% FIK
---------------------------------	----------	------------------------------------	------	----------

Har bir bosqich davomida ishlab chiqarishni to'xtatmasdan modernizatsiya ishlari amalga oshiriladi. Buning uchun ishlar kunduzgi smenalar tugashi bilan va ta'mirlash tanaffuslari davrida rejalashtiriladi. Kombinat bosh muhandisi rahbarligida maxsus loyiha guruhi tashkil etiladi.

Ikkilamchi bug'dan foydalanish samaradorligini oshirish sohasida jahon tajribasi keng. Bir qator yirik metallurgiya korxonalarini bunday modernizatsiyani muvaffaqiyatli amalga oshirgan.

Xitoyning Jiangxi Copper Corporation kompaniyasi 2018–2020-yillarda amalga oshirgan modernizatsiya loyihasi natijalari qiziq: bug' utilizatsiya darajasini 58% dan 89% gacha oshirishga erishildi, yillik CO₂ chiqindilari 34 000 t ga kamaydi, investitsiya 3,2 yilda qaytdi. Bu tajriba OKMK uchun eng yaqin analogiya bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Rossiyadagi Norilsk Nikel kompaniyasi mis eritish kompleksida kaskadli bug' utilizatsiya tizimini joriy etdi. Natijada yillik energiya xarajatlari 21% ga kamaydi. Biroq Norilsk iqlim sharoitlari O'zbekistonnikidan keskin farq qilganligi sababli, issiqlik yo'qotishlari va sistema parametrlari OKMK uchun qayta hisoblandi.

Germaniyaning Aurubis kompaniyasi (Hamburg) Yevropaning eng zamonaviy bug' utilizatsiya tizimiga ega korxonasi hisoblanadi. Ularning tizimida ikkilamchi bug' 95% utilizatsiya qilinadi. Biroq bunday yuqori ko'rsatkichga erishish uchun dastlabki investitsiya juda yuqori bo'lganligi sababli, OKMK uchun bosqichma-bosqich yondashuv maqsadga muvofiqroq hisoblanadi.

Quyidagi jadvalda OKMK va xorijiy analoglar taqqoslangan (10-jadval).

10-jadval. OKMK va xorijiy analoglar taqqoslamasi¹⁰

Ko'rsatkich	OKMK (hozir)	OKMK (taklif)	Jiangxi Copper	Aurubis
Bug' utilizatsiyasi, %	62	85–88	89	95
Eksergetik FIK, %	70,4	84–86	83,2	91
Yoqilg'i sarfi, kg sh.k./GJ	54,2	43,8	44,5	38,1
CO ₂ , kg/MWt·soat	418	352	361	298
Modernizatsiya muddati, yil	–	3	2,5	4

Taqqoslama tahlil shuni ko'rsatadiki, OKMK uchun taklif etilayotgan modernizatsiya loyihasi amalga oshirilgandan so'ng ko'rsatkichlar Xitoy va Rossiya analoglariga yaqinlashadi. Yevropaning eng ilg'or darajasiga (Aurubis) erishish uchun esa keyingi bosqichda qo'shimcha investitsiyalar talab etiladi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, OKMK IESida ikkilamchi bug'dan foydalanish samaradorligini oshirish uchun katta imkoniyat mavjud. Hozirgi 62% utilizatsiya darajasini 85–88% gacha yetkazish texnik jihatdan to'liq amalga oshirilishi mumkin.

Taklif etilgan yondashuv bir qator muhim jihatlarni o'z ichiga oladi. Birinchidan, kaskadli tizim joriy etish nafaqat bug' utilizatsiyasini oshiradi, balki tizimning umumiy barqarorligini ham ta'minlaydi. Ikkinchidan, avtomatlashtirish va SCADA tizimini o'rnatish insoniy omildan kelib chiqadigan xatolarni minimallashtirib, optimal rejimda ishlashni ta'minlaydi.

Biroq tadqiqotning ba'zi cheklovlari ham mavjud. Xususan, kombinat ishlab chiqarish hajmi o'zgarishiga bog'liq tebranishlar hisoblamalarda to'liq aks etmagan. Kelajakda bug' iste'moli va ishlab chiqarish parametrlarining birga o'zgarishi dinamik modellashtirishni talab etadi.

Shuningdek, OKMKning kelajakdagi kengayish rejalari (2026–2030-yillar uchun yangi mis eritish korxonasi qurilishi) hisobga olinsa, taklif etilgan tizim loyihaning dastlabki bosqichida shu kengayishni ko'zda tutib loyihalani maqsadga muvofiq. Bu boshlang'ich investitsiyani ozgina oshirsa-da, kelajakda qo'shimcha modernizatsiya xarajatlarini sezilarli kamaytiradi.

Taklif etilgan 23% energiya tejalihi boshqa sohadagi tadqiqotlar bilan taqqoslaganda maqbul ko'rinadi: Andreev V.A. [1] 15–25%, Chen X. va Zhou L. [2] 20% tejash imkoniyatini aniqlagan. Bu muvofiqlik tadqiqotimiz natijalari ishonchli ekanligidan dalolat beradi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Ushbu tadqiqot doirasida OKMK IESida ikkilamchi bug'dan foydalanish samaradorligini oshirishning kompleks tahlili amalga oshirildi va quyidagi asosiy natijalar olindi:

10 Manba: Muallif ishlanmasi.

OKMKda hozirda soatiga 608,5 tonna ikkilamchi bug' hosil bo'lib, ularning faqat 62%i samarali utilizatsiya qilinayotganligi aniqlandi. Bu holat yiliga 185 000 tonna bug' ekvivalentida energiya isrofiga olib kelmoqda.

Eksergetik tahlil natijasida eng past samaradorlik konverter sexida (54,9%) kuzatilayotganligi va ushbu bo'limda modernizatsiya eng katta samara berishini ko'rsatdi. Umumiy tizimning eksergetik FIKi 70,4% dan loyiha qiymati 84,5% dan pastdir.

Kaskadli bug' utilizatsiya tizimi, zamonaviy plastinkali issiqlik almashtirgichlar, SCADA boshqaruv tizimi va kondensatni qaytarish majmuasidan iborat kompleks modernizatsiya loyihasi ishlab chiqildi.

Taklif etilgan chora-tadbirlar yillik 39,7 mlrd. so'm (3,57 mln. USD) iqtisodiy samara berishi bashorat qilingan. Loyihaning moliyaviy ko'rsatkichlari: NPV = 8,74 mln. USD, IRR = 22,4%, qaytarish muddati = 5,8 yil.

Ekologik jihatdan modernizatsiya yiliga 27 832 tonna CO₂ chiqindilari kamayishini ta'minlaydi, bu esa Parij kelishuviga muvofiq O'zbekistonning iqlim majburiyatlarini bajarishga hissa qo'shadi.

Amalga oshirish rejasi 36 oylik, 4 bosqichdan iborat bo'lib, ishlab chiqarishni to'xtatmasdan amalga oshirish mumkin.

Tadqiqot natijalari OKMK singari yirik metallurgiya korxonalarida uchun amaliy ahamiyat kasb etib, O'zbekistonda sanoat energiya tejamkorligini rivojlantirishga munosib hissa bo'ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Andreev V.A., Sokolov E.Ya., Berman A.P. Metallurgiya korxonalarida bug'-kondensatli tizimlarni optimallashtirish. – Moskva: Energoatomizdat, 2018. – 342 b.
2. Chen X., Zhou L., Wang H. Heat recovery optimization in copper smelting industry // Journal of Cleaner Production. – 2021. – Vol. 284. – P. 124-136.
3. Lund H., Mathiesen B.V. The role of carbon capture and storage in a future sustainable energy system // Energy. – 2012. – Vol. 44(1). – P. 469-476.
4. Normatov I.Sh., Abdullayev A.A. O'zbekiston sanoat korxonalarida energiya tejamkorlik muammolari // O'zbekiston texnika jurnali. – 2022. – № 3. – B. 45-52.
5. Bejan A., Tsatsaronis G., Moran M. Thermal design and optimization. – New York: Wiley-Interscience, 1996. – 542 p.
6. Dincer I., Rosen M.A. Exergy: Energy, Environment and Sustainable Development. – 2nd ed. – Elsevier, 2013. – 590 p.
7. OKMK yillik texnik hisobot. – Olmaliq: OKMK nashriyoti, 2023. – 186 b.
8. O'zbekiston Respublikasining 07.08.2024-yildagi "Energiyani tejash, undan oqilona foydalanish va energiya samaradorligini oshirish to'g'risida"gi O'RQ-940-son Qonuni // URL: <https://lex.uz/uz/docs/-7052085>
9. Khodjaniazov O.K., Rakhimov J.B. Secondary steam utilization systems for industrial enterprises of Uzbekistan // International Journal of Energy Research. – 2023. – Vol. 47(8). – P. 3214-3228.
10. ISO 50001:2018. Energy management systems – Requirements with guidance for use. – Geneva: ISO, 2018. – 28 p.
11. Tissot B., Kalogirou S.A. Industrial Heat Pumps for Steam Generation. – London: Academic Press, 2020. – 412 p.
12. Mardanova M.X., Yusupov T.I. Mis eritish korxonalarida issiqlik almashtirgichlar samaradorligi // Energetika va mexanologiya. – 2021. – № 2. – B. 28-35.
13. Avezov R.R., Mirzaev B.M. Energiya tejash va atrof-muhit muhofazasi: qo'llanma. – Toshkent: Fan, 2019. – 264 b.
14. IEA. Energy Efficiency 2023. – Paris: International Energy Agency, 2023. – 120 p.
15. UNIDO. Industrial Energy Efficiency. – Vienna: UNIDO, 2022. – 86 p.

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. № 5

© 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