

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

№4 (2)

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

2026
APREL



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

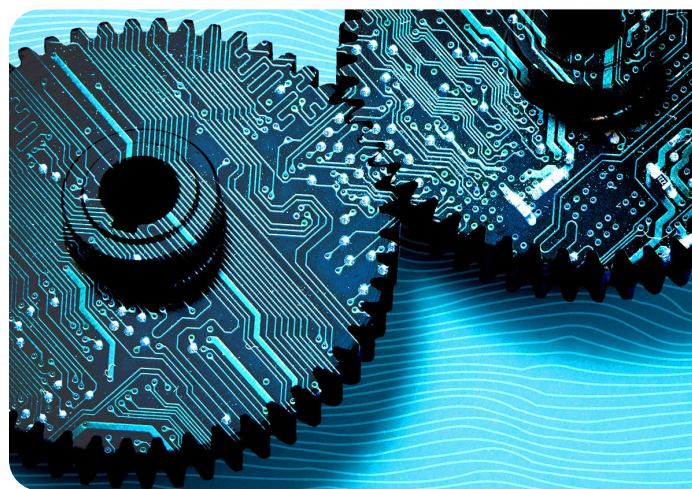
ROAD

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, aprel.

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

BYUDJET SUBYEKTLARI ISHTIROKINI QISQARTIRISH ASOSIDA KREDIT RISKINI BOSHQARISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH.....	16
PhD. Mahmudov Rahimjon Hamid o'g'li	
MINTAQA IQTISODIYOTI TARMOQLARINI KLASTERLASHTIRISH SALOHIYATINI RIVOJLANTIRISHNI TAKOMILLASHTIRISHNING EMPIRIK MODEL: STATISTIK VA EKONOMETRIK TAHLIL.....	25
Ollokulova Feruza Mansurovna, Abdurahmonov Abdulaziz Maxmudovich	
XO'JALIK YURITUVCHI SUBYEKTLARDA PUL OQIMLARI AUDITINI TAKOMILLASHTIRISHNING ZAMONAVIY MEXANIZMLARI.....	30
Atamurodov Saidmurad Yaxyoyevich, Sindarova Aziza Musurmon qizi	
TIJORAT BANKLARIDA KREDIT RISKLARINI BOSHQARISHNI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH.....	42
Xasanov Sardor Xazratkulovich	
IQTISODIY O'SISH SIFATI VA UNI KO'RSATKICHLARINING KONSEPTUAL ASOSLARI.....	50
Axmedov Xasanjon Muxamadovich	
IQTISODIY O'SISH SIFATI VA UNI KO'RSATKICHLARINING KONSEPTUAL ASOSLARI.....	55
Axmedov Xasanjon Muxamadovich	
ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING KORXONALAR RENTABELLIGIGA TA'SIRI.....	60
Hayitov Jamshid Xolboyevich	
KREDITLASH MEXANIZMINING ILMIY-NAZARIY ASOSLARI VA UNING TARIXIY RIVOJLANISH BOSQICHLARI.....	65
Ortiqov Husan Usmonaliyevich	
DAVLAT SEKTORIDA ICHKI AUDIT FAOLIYATINI TAKOMILLASHTIRISH.....	70
Xamidova Zarifa Urol qizi	
ISTE'MOL NARXLARI INDEKSINI MODELLASHTIRISH VA PROGNOZLASHNI TAKOMILLASHTIRISH YO'NALISHLARI.....	74
Ismailova Shaxnoza Uktamovna	
XIZMATLAR SEKTORI RIVOJLANISHINING KAMBAG'ALLIKKA TA'SIRINI BAHOLASH METODOLOGIYASI VA KO'RSATKICHLAR TIZIMI.....	77
Dawletmuratov Adilbay Mirzaboyevich	
BIZNES JARAYONLARINI MONITORING QILISH TIZIMINING HOZIRGI HOLATI TAHLILI.....	84
Dadajonova Madina Ravshan qizi	
ISTE'MOL NARXLARI INDEKSINI MODELLASHTIRISH VA PROGNOZLASHNI TAKOMILLASHTIRISH YO'NALISHLARI.....	89
Ismailova Shaxnoza Uktamovna	
MINTAQA IQTISODIYOTI TARMOQLARINI KLASTERLASHTIRISH SALOHIYATINI RIVOJLANTIRISHNI TAKOMILLASHTIRISHNING EMPIRIK MODEL: STATISTIK VA EKONOMETRIK TAHLIL.....	94
Ollokulova Feruza Mansurovna, Abdurahmonov Abdulaziz	
ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING KORXONALAR RENTABELLIGIGA TA'SIRI.....	100
Hayitov Jamshid Xolboyevich	
IMPROVING THE EFFICIENCY OF BANKS' GREEN FINANCING IN UZBEKISTAN AND KAZAKHSTAN.....	105
Maxmudov Rahimjon	
MAHALLIY BUDJETLAR MUSTAQILLIGINI TAKOMILLASHTIRISH VA YANADA OSHIRISH.....	109
Abduraxmonova Gulmira	
RAQAMLI IQTISODIYOT SHAROITIDA MOLIVAVIY HISOBOTLARNI SHAKLLANTIRISH: MUAMMOLAR VA YECHIMLAR.....	114
Teshabayev Dilmurod Boxodir o'g'li	



FARG 'ONA VILOYATINING INNOVATSION RIVOJLANISHI.....	120
Tuychieva Odina Nabiyevena	
INDICATORS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE "GREEN" ECONOMY.....	131
Mirzaev Kulmamat Djanzakovich	
KREDITLASH MEXANIZMINING ILMIY-NAZARIY ASOSLARI VA UNING TARIXIY RIVOJLANISH BOSQICH LARI.....	140
Ortiqov Husan Usmonaliyevich	
KORPORATIV BOSHQARUVNING XALQARO TAJRIBASI VA UNING QIYOSIY TAHLILI.....	144
Shakirova Gulbaxor Sharipdjanovna	
TIJORAT BANKLARIDA KREDIT RISKLARINI BOSHQARISHNI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH.....	149
Xasanov Sardor Xazratkulovich	
IQTISODIY XAVFSIZLIKNING INSTITUSIONAL ASOSLARINI TAKOMILLASHTIRISHNING XORIJ DAVLATLAR TAJRIBASI.....	156
Odinayev Ravzatullo Asatulloevich	
KICHIK BIZNES SUBYEKTLARINING MOLIVAVIY XAVFSIZLIGINI TA'MINLASH MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH.....	161
Karimov Alibek Valievich	
RAQAMLI IQTISODIYOT SHAROITIDA FRANCHAYZING TIZIMINI RIVOJLANTIRISHDA PLATFORMA MODELLARI VA ULARNING SAMARADORLIGINI BAHOLASH.....	167
Xodjaye Anvar Rasulovich, Nasimov Dilshodbek Hotam o'g'li	
"O'ZBEKISTON GTL" MAHSULOTLARINING FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARI VA ULARNI KOMPOUDIRLASH ASOSIDA EKOLOGIK TOZA YOQILG'ILAR OLIISH ISTIQBOLLARI.....	173
Ro'ziyev Aliakbar, Hayitov Ruslan, Mavlonov Shohrux	
HUDUDIY MEHNAT BANDLIGINI TA'MINLASHDA AVTOSERVIS KORXONALARINING ROLI.....	179
Marqayev Xurshid Aliqulovich	
ASOSIY VOSITALAR AUDITINI TAKOMILLASHTIRISH.....	183
Zaripova Sayohat Zafarovna	
XIZMATLAR SOHASINI BOSHQARISHDAGI MUAMMOLAR VA YECHIMLAR: AGROTURIZM VA RAQAMLI XIZMATLAR ASOSIDA TAHLIL (ANDIJON VILOYATI MISOLIDA).....	188
Oktamjonova Gulira'no Ikromjon qizi	
BUXORO VILOYATI UY XO'JALIKLARI HAYOT SIFATI VA IJTIMOIIY-IQTISODIY AHVOLI: SO'ROVNOMA NATIJALARI TAHLILI.....	192
Nizomov Asliddin, Musulmonova Shahlo, Izzatullayeva Ma'mura	
DIRECTIONS FOR TOURISM DEVELOPMENT IN UZBEKISTAN BASED ON DIGITAL TECHNOLOGIES..	199
Mirzaev Kulmamat Djanzakovich	
QORA METALLURGIYA SANOATI VA ULARNING ISHLATILISHI.....	203
Sarimsakov Alisher Ubaydullaevich	
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASIDA AHOLI BANDLIGINING IQTISODIY-STATISTIK TAHLILI.....	209
Yusupov Farhod Adamboyevich	
TASVIRLARDAN YO'L BELGILARINI TANIB OLIISH ALGORITMLARI VA DASTURIY VOSITASINI ISHLAB CHIQISH.....	214
Toyirov Akbar Xasanovich, Yuldoshov Abdurahmon Baxtiyorovich	
OLIY TA'LIMNI MOLIVALASHTIRISHNING ILG'OR XORIJIY TAJRIBASI: SINGAPUR MISOLIDA.....	218
Kurbanov Baxodir Negmatullayevich	



MA'LUMOTLARGA ASOSLANGAN TURIZM BOSHQARUVI: O'ZBEKISTONDA RAQAMLI TRANSFORMATSIYA JARAYONLARI.....	222
Ashurova Shaxnoza Almasovna	
DAVLAT XARIDLARI BO'YICHA BYUDJET MABLAG'LARIDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI ICHKI AUDITNING ANALITIK KO'RSATKICHLARI ASOSIDA BAHOLASH.....	226
Meliboyev Askar Eshmuratovich	
ГЛИНИСТЫЕ СЛАНЦЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО И ЮЖНОГО УЗБЕКИСТАНА КАК СЫРЬЕВАЯ СМЕСЬ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА.....	231
Карабаев А.М., Абдуллаева Д.Ф., Абдуллаев У.Х. Андакулова Н.Н.	
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ.....	237
Садиков Жахонгир Носирджанович, Даулетмуратова Дилбар Калмуқанмед кизи	
РАЗРАБОТКА МЕХАТРОННОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ВЫРАВНИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА ПОСЛЕ ЗАЛИВКИ.....	243
Мирджуроев Сарвар Алишер угли	
MAHALLIY BUDJET DAROMADLARINI SHAKLLANTIRISHDA YASHIRIN IQTISODIYOTNING TA'SIRI ..	246
Isoqov Zafarjon Zokirjonovich	
AGROKLASTERLAR SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING EKONOMETRIK MODELLARI	250
O'rinboyev Ulug'bek Otabekovich	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ И ВЛАГОПОГЛОЩАЮЩИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИТНОГО ВЯЖУЩЕГО	259
Тургунбаев Уринбек, Шарипова Дилафруз, Худойбердиев Жамшид	
ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЯЧЕЙКИ СВЕТОПРОЗРАЧНОГО ОГРАЖДЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЛОКАЛЬНОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ.....	265
Давронов Олимбек, Туляганов Азиз	
PAHTA-TO'QIMACHILIK KLASTERLARNING EKSPORT SALOHİYATINI OSHIRISH YO'NALISHLARI	271
Mamasoliyev G'ayratbek Maxamadyusupovich	
RAQAMLI IQTISODIYOTNING TURIZMDA MOHIYATI VA AHAMIYATI.....	276
Abdullayeva Zulfiya Izzatovna	
MINTAQAVIY SANOAT KORXONALARINING BIZNES JARAYONLARINI TAHLIL QILISH VA BAHOLASHNING ZAMONAVIY USULLARI (BPM, LEAN VA SIX SIGMA YONDASHUVLARI MISOLIDA) ..	279
Azimova Maxfuza Rashidovna	
QURILISH SANOATI KORXONALARINING O'ZIGA XOS XUSUSIYATLARI VA ULARNI EKOLOGIK BOSHQARISH TAMOIYILLARI	284
Xolov Xamza Tojiddinovich	
O'ZBEKISTONDA AHOLINI QISHLOQ XO'JALIGI MAHSULOTLARI BILAN TA'MINLASHNING IQTISODIY MEKANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH: EKONOMETRIK TAHLIL VA PROGNOZLASH	292
Matjonov Bekjon Ravshonbekovich, Ibragimova Nodira Kadamovna	
A THEORETICAL MODEL LINKING GENDER EQUALITY AND MANAGEMENT EFFICIENCY.....	297
Ochilova Intizor Sadikovna	
QIMMATLI QOG'OZLAR PORTFELIDAN KUTILAYOTGAN DAROMADGA TA'SIR QILUVCHI OMILLARNI EKONOMETRIK MODEL ORQALI BAHOLASH.....	303
Sindarov Fazliddin Kaxramonovich	
MAMLAKAT KIMYO SANOATIDAGI KORXONALAR FAOLIYATIDA RESURSLARDAN SAMARALI FOYDALANISH JARAYONI VA ULARNING TAHLILI.....	312
Odilova Malika Abdushukur qizi	



RAQAMLI TEXNOLOGIYALARNI ISHLAB CHIQRISH SANOATIGA JORIY ETISH	317
Abdivoyitova Sarvinoz Abduxayit qizi, Maxmudov Abrorxon Axmadxonovich	
NODAVLAT OLIY TA'LIM MUASSASALARIDA BOSHQARUV HISOB TIZIMINI TASHKIL ETISHNING NAZARIY VA AMALIY JIHATLARI	321
Xojiboyev Muxiddin Shodimuxamedovich	
TIJORAT BANKLARINING INVESTITSION FAOLIGINI OSHIRISHNING HOZIRGI HOLATI TAHLILI.....	326
Dagarov Bekzod Muzaffar o'g'li	
O'ZBEKISTON BANK TIZIMIDA RAQOBAT MUHITINING SHAKLLANISH BOSQICHLARI VA TENDENSIYALARI.....	332
Qulmetov Mansurbek Ro'zmatovich	
USING ENGINEERING MODELS TO MEASURE SME RISKS IN UZBEKISTAN.....	340
Djumabayeva Dilobar Asatillayevna	
BANK FAOLIYATIDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARNI JORIY ETISHNING ASOSIY MASALALARI.....	347
Yusufov Javohirtshoh Ozod o'g'li, Xolmirzayev Elbek Baxtiyorovich	
RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR JARAYONIDA TALABALARNING IJODKORLIK KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH.....	353
Meyliyeva Shoxista Rustamovna	
ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОГО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТУРИСТСКОГО ПОТЕНЦИАЛА БУХАРСКОЙ ОБЛАСТИ	358
Усманова Азиза Баходировна	
O'ZBEKISTONDA ELEKTR YORITISH MAHSULOTLARI BOZORINI INNOVATSION LOKALIZATSIYA ASOSIDA RIVOJLANTIRISH: DINAMIKA, TAHLIL VA PROGNOZ	363
Jurayev Murotjon Sotivoldiyevich	
HUUDDLAR RAQOBATBARDOSHLIGINI BAHOLASH VA REYTINGLASH.....	371
Kosimov Bobir Abdigafarovich	
BALAND BINOLAR FASADLARINI PARDOZLASH TEXNOLOGIYALARINI EKSPLUATATSION ISHONCHLILIK VA XIZMAT MUDDATINI UZAYTIRISH ASOSIDA OPTIMALLASHTIRISH.....	376
Amirov Shavkat Rahmatullayevich	
ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ В УЗБЕКИСТАНЕ.....	383
Мурадов Алишер Курбанбаевич	
ФОРМИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПАРАДИГМЫ АГРОТУРИЗМА КАК УСЛОВИЕ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	390
Усманова Диляфруз Каршиевна	
WAYS TO IMPROVE THE REGIONAL STRUCTURE OF THE INDUSTRY OF NAVAI REGION	396
Uralov Eliboy Omonovich	
JISMONIY SHAXSLARNING MOL-MULK SOLIG'INI TAKOMILLASHTIRISHDA SAMARALI XORIJIY TAJRIBA	400
Safarova Shahzoda	
НАЛОГОВОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ И ПРАКТИКА УЗБЕКИСТАНА.....	405
Рафиева Зарина Хусановна	
INDUSTRY 4.0 SHAROITIDA SANOAT KORXONALARIDA INSON RESURSLARINI BOSHQARISHNING ILMIY-AMALIY MASALALARI.....	410
Djuraeva Guzal Shavkatovna	



SUG'URTA TASHKILOTLARINING MOLIYAVIY BARQARORLIGINI TA'MINLASHDA ZAMONAVIY YONDASHUVLAR.....	414
Xalikulova Shirin Utkir qizi	
TIJORAT BANKLARIDA AKTIVLAR SIFATINI OSHIRISHNING USTUVOR YO'NALISHLARI.....	418
Ruziyev Baxtiyor Salimboyevich	
ВЗАИМОСВЯЗЬ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СЛОВАРЯ И ЛИДЕРСКИХ КАЧЕСТВ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА.....	425
Рихсибоева Нигора Низомиддин кизи, Тоймухамедова Дилобар Хуснитдиновна	
TURIZM KORXONALARIDA INTEGRATSIYALASHGAN MARKETING KOMMUNIKATSIYALARINI RIVOJLANTIRISH MEKANIZMLARI.....	434
Sobirjonov Asrorbek Sobitjon o'g'li	
KAM SUV TALABCHAN SEMENT OLIISH UCHUN RATSIONAL TARKIBNI TADQIQ QILISH.....	440
X.V. Yusupov, Babayev Sultonbek Sunnat o'g'li	
ENHANCING THE EFFICIENCY OF ISLAMIC FINANCING MECHANISMS IN EMERGING ECONOMIES: EVIDENCE FROM MURABAHA-BASED INSTRUMENTS AND PUBLIC-PRIVATE INVESTMENT MODELS.....	445
Nazarov Nodirjon Namoz o'g'li	
TURIZM XIZMATLAR BOZORIDA RAQOBATBARDOSHLIKNI OSHIRISH OMILLARI.....	453
Ibragimov Husen Ismailovich	
STUDIES ON OBTAINING AZOSUPERPHOSPHATE BY TREATING HIGH-CARBONATE, LOW-GRADE CENTRAL KYZYLKUM PHOSPHORITES WITH VARIOUS DOSAGES OF AMMONIUM SULFATE AND SULFURIC ACID.....	457
Saidov Hakimboy O'rinboyevich	
HUDUDIY SANOAT ISHLAB CHIQRISHNI INNOVATSION RIVOJLANTIRISH OMILLARI.....	463
Avliyaqulov Xudoyberdi, Ollokulova Feruza Mansurovna	
NAVOIY VILOYATI SANOATI RIVOJLANISHINI BANDLIK VA INVESTITSIYA OQIMLARI ASOSIDA MODELLASHTIRISH.....	466
Baqoyev Husan Nuriddinovich	
TURIZM KORXONALARIDA INTEGRATSIYALASHGAN MARKETING KOMMUNIKATSIYALARINI RIVOJLANTIRISH MEKANIZMLARI.....	474
Sobirjonov Asrorbek Sobitjon o'g'li	
YER VA SUV RESURSLARIDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI BAHOLASHNING IQTISODIY MEKANIZMLARI VA INTEGRAL KO'RSATKICHLAR TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH.....	480
Rustamov Umidjon Xayitboyevich	
AGROKLASTERLAR SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING EKONOMETRIK MODELLARI.....	485
O'rinboyev Ulug'bek Otabekovich	
TRANSPORT-LOGISTIKA TIZIMLARIDA XARAJATLARNI KAMAYTIRISH VA SAMARADORLIKNI OSHIRISHNING ZAMONAVIY YO'LLARI.....	494
Olimov Maqsudjon Komiljon o'g'li, Saydullayeva Dilnoza Komil qizi	
BENTONIT YORDAMIDA ISHLATILGAN TURBINA MOYLARINI TOZALASH ASOSIDA BAZAVIY MOY OLIISH IMKONIYATLARI.....	502
Salomatov Behruz To'ymurodovich, Panoyev Nodir Shavkatovich, Safarov Jasur Alijon o'g'li	
INNOVATSION BOSHQARUV TIZIMLARIDA QAROR QABUL QILISH VA KOMMUNIKATSIYA SAMARADORLIGI.....	506
Sotvoldiyeva Xurliqo G'ayratjon qizi	



CHEMICAL-MINERALOGICAL CHARACTERIZATION AND DRY BENEFICIATION TECHNOLOGY OF FELDSPAR FROM THE SULTAN UVAYS DEPOSIT	512
Buranova Dinara Baxtiyarovna	
TRANSPORT LOGISTIKASIDA AVTOMOBIL TRANSPORTI ORQALI YUK TASHISH JARAYONIDAGI TAVAKKALCHILIKLARNI SUG'URTALASHNING IQTISODIY AHAMIYATI.....	520
Jabborov Islom Xusan o'g'li	
MAGNIT O'ZAGI ELLIPS SHAKLIDAGI TRANSFORMATORLARDA MEXANIK ZO'RIQISH VA ISROFLARNI KAMAYTIRISH HAMDA TEXNIK-IQTISODIY SAMARADORLIKNI OSHIRISH MAQSADIDA ELLIPS KESIMNING OPTIMAL PARAMETRLARINI TANLASH.....	524
Bekishev Allabergen Yergashevich, Yakubova Dilfuza Kuanishovna, Saidova Nozima Akkulovna	
ОТ ДЕКЛАРАЦИЙ К ДЕЙСТВИЮ: ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ БАРЬЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ В УЗБЕКИСТАНЕ	531
Салахутдинова Юлдуз Голибовна	
ISSIQLIK ELEKTR STANSIYALARI ISHINI SUN'IY INTELLEKT ORQALI BASHORAT QILISH VA YAXSHILASH.....	536
Axmadjonov Ixtiyorjon Rovshanjon o'g'li, Umurzakova Dilnoza Maxamadjanovna	

ISSIQLIK ELEKTR STANSIYALARI ISHINI SUN'IY INTELLEKT ORQALI BASHORAT QILISH VA YAXSHILASH



Axmadjonov Ixtiyorjon Rovshanjon o'g'li

Farg'ona davlat texnika universiteti,
Kompyuter muhandisligi va sun'iy intellekt kafedrasasi assistenti
ORCID: 0009-0005-7174-5629



Umurzakova Dilnoza Maxamadjanovna

Farg'ona davlat texnika universiteti,
Kompyuter muhandisligi va sun'iy intellekt kafedrasasi dotsenti
ORCID: 0000-0002-4406-065X

Annotatsiya. Ushbu maqolada issiqlik elektr stansiyalari faoliyatini bashorat qilish va takomillashtirishda sun'iy intellekt (SI) hamda mashinani o'rganish (ML) metodologiyalarining qo'llanilishi tahlil qilingan. So'nggi o'n yilliklarda energiya ta'minotining strategik ahamiyati ortib, ko'mir, gaz, quyosh va shamol kabi manbalarga asoslangan elektr stansiyalari texnologiyalari izchil rivojlanib bormoqda. Mashinani o'rganish metodlari energetika sohasida muhim ahamiyat kasb etib, energiya tizimlari samaradorligini oshirishga xizmat qilmoqda. Maqolada neyron tarmoqlar, qaror daraxtlari va regressiya tahlili kabi algoritmlar orqali energiya tizimlari faoliyatini bashorat qilish imkoniyatlari ko'rib chiqiladi. Sun'iy intellekt va energiya tizimlarining uyg'unligi ekologik hamda ijtimoiy samaradorlikni oshirish bilan birga, ilm-fan va sanoat hamkorligini rivojlantirishga xizmat qiladi. Tadqiqotning asosiy maqsadi energiya jarayonlarini optimallashtirish, barqaror yechimlarni qo'llab-quvvatlash va global hayot sifatini yaxshilashdan iborat.

Kalit so'zlar: energiya tizimlari, elektr stansiyalari, mashinani o'rganish, sun'iy intellekt, energiyani optimallashtirish.

KIRISH

Termodinamik tizimlarni tahlil qilish real sharoitdagi murakkab muammolarni hal etishda muhim ahamiyatga ega bo'lib, bu jarayon ko'pincha intensiv hisoblashlarni talab qiluvchi turli ilmiy gipotezalar va modellarni o'z ichiga oladi [1–3]. Shu sababli, mazkur masalalarni hal etishda tobora ommalashib borayotgan mashinani o'rganish (ML) texnologiyalaridan foydalanish dolzarb hisoblanadi. Ushbu texnologiyalar dizayn o'zgaruvchilaridan tashqari holatlarda ham tizim ish faoliyatini baholash, murakkab energiya jarayonlarini tezroq va ishonchliroq tahlil qilish imkonini beradi [4,5].



Mazkur yondashuvlarning samaradorligi ML modellarining kirish va chiqish parametrlar o'rtasidagi murakkab, yuqori darajada chiziqli bo'lmagan bog'liqliklarni aniqlash qobiliyati bilan izohlanadi. Ayniqsa, an'anaviy analitik yoki raqamli usullar qo'llash uchun murakkab yoki yetarli bo'lmagan holatlarda ML usullari muhim ustunlikka ega [6]. Shu nuqtai nazardan, so'nggi yillarda sun'iy intellekt (AI) va mashinani o'rganish texnologiyalari kompyuterlarga insonning o'rganish, naqshlarni aniqlash va qaror qabul qilish qobiliyatlarini modellashtirish imkonini beruvchi samarali vosita sifatida rivojlanmoqda. Bu esa energiya tizimlarini modellashtirishda sezilarli afzalliklarni taqdim etadi [7].

Natijada, ushbu tadqiqot turli elektr stansiyalarining ish faoliyatini bashorat qilishda MLga asoslangan texnologiyalarning yutuqlari va afzalliklarini o'rganishga qaratilgan. Unda mazkur yondashuvlar orqali erishiladigan aniqlik, moslashuvchanlik va hisoblash samaradorligi alohida e'tiborga olinadi. Boshlang'ich nuqta sifatida sun'iy intellektning, xususan, sun'iy neyron tarmoqlarining (ANN) energetika sohasidagi bashorat qilish imkoniyatlari va amaliy ahamiyati ko'rib chiqiladi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

So'nggi yillarda issiqlik elektr stansiyalari (IES) faoliyatini sun'iy intellekt va mashinani o'rganish metodlari yordamida tahlil qilish hamda optimallashtirish yo'nalishida xorijiy olimlar tomonidan keng qamrovli tadqiqotlar olib borilmoqda. Ntantis va Xezonakis (2025) termodinamik tizimlarni qayta ko'rib chiqishga bag'ishlangan tadqiqotlarida an'anaviy analitik yondashuvlarning cheklovlarini asoslab, zamonaviy hisoblash usullaridan foydalanish zarurligini ko'rsatgan. Kesgin va Heperkan (2005) yumshoq hisoblash texnikalari asosida termodinamik tizimlarni modellashtirish imkoniyatlarini o'rganib, ushbu yo'nalishda muhim nazariy asos yaratgan. Entezari va boshqalar (2023) sun'iy intellekt va mashinani o'rganishning energetika tizimlaridagi qo'llanilishiga bag'ishlangan bibliografik tahlil o'tkazib, bu ikki soha kesishmasida olib borilayotgan ilmiy izlanishlarning jadal rivojlanayotganini ta'kidlagan.

Asma va boshqalar (2022) sun'iy neyron tarmoqlari (ANN) yordamida elektr stansiyasidagi generatorlarning ishlash holatini baholash va tahlil qilish usulini ishlab chiqqan. Anead va boshqalar (2018) issiqlik elektr stansiyalaridagi qozon ishini sun'iy neyron tarmoqlari orqali baholash va takomillashtirish metodologiyasini taklif etgan. Tangwe va Manyi-Loh (2019) esa ko'mir asosidagi issiqlik elektr stansiyasining ishlab chiqarish quvvatini bashorat qilishda ANN modelini qo'llab, ijobiy natijalarga erishgan.

Yuqorida keltirilgan tadqiqotlarning aksariyati alohida stansiya turlariga, masalan, ko'mir yoki gaz turbinali elektr stansiyalariga yo'naltirilgan bo'lib, qo'llaniladigan ML metodlari ko'pincha bitta algoritim — asosan ANN — doirasida qo'llanilgan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Energetika sohasida sun'iy neyron tarmoqlar (ANN) turli kirish o'zgaruvchilarining elektr stansiyalarining ishlashi va chiqish quvvati kabi natijaviy parametrlariga ta'sirini aniqlash hamda ularni bashorat qilish uchun keng qo'llaniladi. Ushbu yondashuv zamonaviy hisoblash vositalari asosida yuqori aniqlikdagi va vaqt jihatidan samarali yechimlarni taqdim etishi bilan ajralib turadi. So'nggi ikki o'n yillik davomida olib borilgan ilmiy tadqiqotlar ANN va boshqa ML metodlarining ishonchliliigi hamda samaradorligini tasdiqladi.

Masalan, 660 MVt quvvatga ega superkritik elektr stansiyasida ML asosidagi optimallashtirish umumiy samaradorlikni 1,3% ga oshirish va CO₂, NO_x hamda SO_x chiqindilarini kamaytirish imkonini bergan [11]. Genetik algoritim (GA) va ANN integratsiyasiga asoslangan gibrid yondashuv ko'mir bilan ishlaydigan qozonlarda yonish jarayonini optimallashtirib, samaradorlikni 90,14% ga yetkazish va yoqilg'i sarfini kamaytirishga xizmat qilgan [10].

Ikki yoqilg'ida ishlovchi gaz turbinali elektr stansiyalarda ANN va chuqur o'rganish modellari taqqoslanganda, neyron tarmoqlarning yuqori samaradorligi aniqlangan. Biomassa asosidagi elektr stansiyalarni modellashtirishda ham ANN yordamida turli kirish parametrlariga asoslangan holda chiqish quvvatini aniq prognozlashga erishilgan. Shuningdek, GA va neyron tarmoqlar kombinatsiyasi yonuvchan dvigatellar uchun optimal va samarali yechimlarni ishlab chiqishda muhim natijalar bergan.

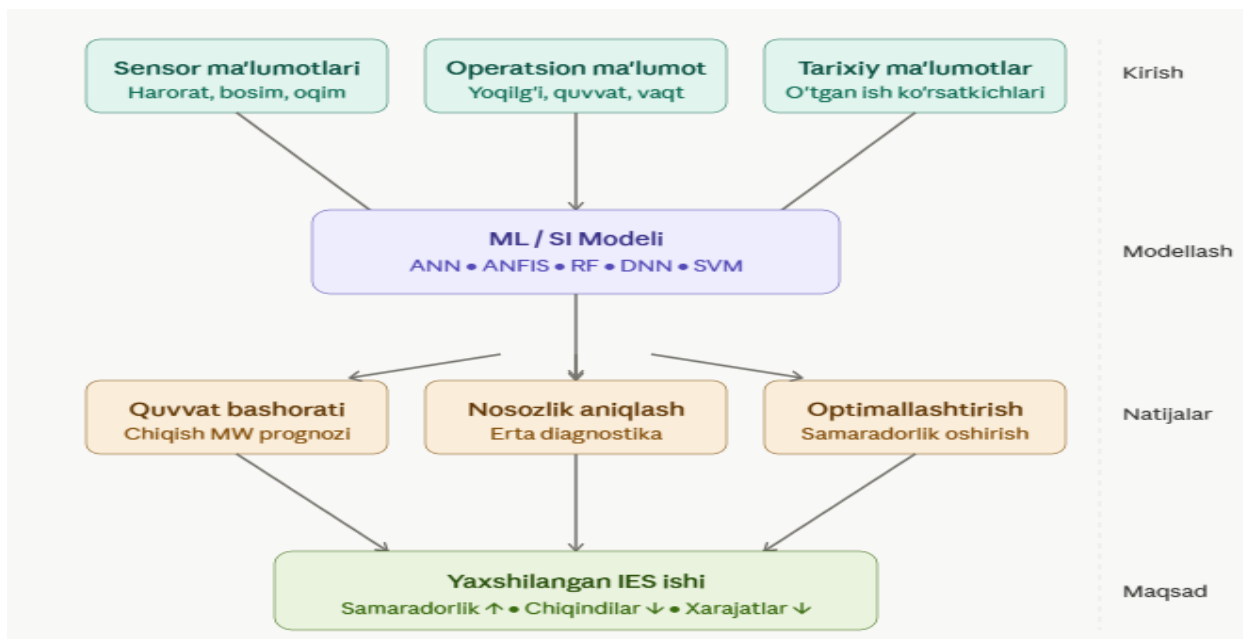
Ko'mir bilan ishlaydigan elektr stansiyalarida ishlab chiqariladigan quvvat, issiqlik samaradorligi va chiqindilar hajmini bashorat qilishda ANN keng qo'llanilmoqda. Yuqori bosimli isitgichlar bilan bog'liq jarayonlarni modellashtirishda qozon parametrlari asosida 300 MVt sof quvvatni aniqlik bilan prognozlashga erishilgan. Turbogenerator valining ishlash muddatini baholashda ko'p qatlamli perseptron asosidagi ANN qo'llanilib, ishlab chiqarishdagi uzilishlarni kamaytirish imkoniyati yaratilgan.

Bundan tashqari, issiqlik elektr stansiyalarida eksergiya ko'rsatkichlarini modellashtirish, sovutish minoralari samaradorligini baholash hamda superkritik tizimlarni tahlil qilishda ANN modellarining yuqori aniqlikdagi

natijalari qayd etilgan. Neyron tarmoqlar energiya tizimlarida yukni prognozlash, nosozliklarni aniqlash, texnik xizmat ko'rsatishni optimallashtirish va operatsion xarajatlarni kamaytirishda ham samarali qo'llanilmoqda.

Gaz turbinalarining nosozliklarini tahlil qilishda ko'p qatlamli perseptron va radial asos funksiyalari asosidagi ANN modellari taqqoslanib, neyron tarmoqlarning ustunligi aniqlangan. Shuningdek, elektr stansiyalarida yonish jarayonini boshqarish, energiya ishlab chiqarishni optimallashtirish va yoqilg'i xarajatlarini kamaytirish bo'yicha ANN asosidagi yondashuvlar ijobiy natijalar bergan.

Umuman olganda, ANN va boshqa ML metodlari elektr stansiyalarining ish faoliyatini modellashtirish, prognozlash va optimallashtirishda yuqori samaradorlikni ta'minlab, energetika tizimlarining ishonchligi va barqarorligini oshirishga xizmat qilmoqda (1-rasm).



1-rasm. Sun'iy intellekt va mashinani o'rganish metodlarining IES da qo'llanilish sxemasi¹

TAHLIL VA NATIJALAR

Birlashtirilgan siklli elektr stansiyalarining turli chiqish parametrlarini, jumladan, ish samaradorligi va chiqish quvvatini bashorat qilish berilgan kirish parametrlar majmuasi asosida tahlil qilinadi. Ushbu turdagi elektr stansiyalariga kombinatsiyalangan gaz va bug' (COGAS), kombinatsiyalangan siklli elektr stansiyalari (CCPP) hamda kombinatsiyalangan issiqlik va elektr energiyasi (CHP) stansiyalari kiradi. Shu bois, neyron tarmoqlar asosida ularning samaradorligini prognozlash muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega [5]. Natijada, CCPP stansiyalarining chiqish quvvatini bashorat qilish uchun tushunarli va samarali "ochiq model" yondashuvi taklif etiladi.

ANNning yana bir qo'llanilishi kombinatsiyalangan sovutish, isitish va quvvat (CCHP) stansiyalarida kuzatiladi. Bu yerda yoqilg'i gazining ayrim xususiyatlarini hisobga olmagan holda turli kirish parametrlaridan foydalanib, uch avlodli tizimlarning samaradorligi baholanadi. Neyron tarmoqlar regressiya tahlili bilan birgalikda CCHP tizimining bazaviy iste'molini aniqlashga moslashtiriladi. ANN va genetik algoritim (GA) integratsiyasiga asoslangan gibrid model optimal arxitekturani tanlash imkonini berib, hisoblash samaradorligini oshiradi. Ushbu yondashuv regressiya koeffitsiyenti (R^2) ni 0,99675 gacha yaxshilash imkonini bergan.

COGAS elektr stansiyasining issiqlik tezligini baholashda uchta kirish parametri — yoqilg'i gazining issiqlik qiymati (P1), CO₂ ulushi (P2) va chiqish quvvati (P3) asosida modellashtirish amalga oshirilgan. Turli kombinatsiyalarda o'qitish va baholash jarayonlari natijasida optimal issiqlik tezligiga erishilib, regressiya qiymati 0,995 ni tashkil etgan.

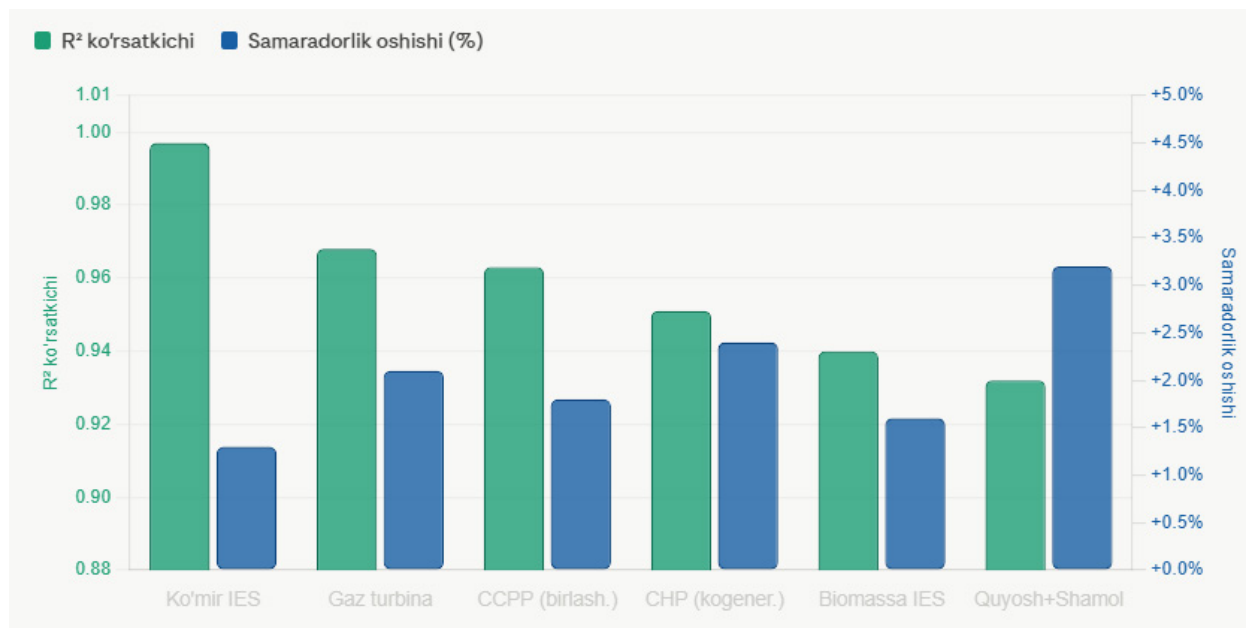
Elektr stansiyalari kabi aylanuvchi uskunalarning holatini monitoring qilishda ANNning muhim qo'llanilishi bashoratli texnik xizmat ko'rsatish bilan bog'liq bo'lib, bu yondashuv nosozliklarni erta aniqlash orqali ehtiyot qismlar va texnik xizmat xarajatlarini kamaytirishga xizmat qiladi. COGAS stansiyasida ANNning dinamik ishlashi ham o'rganilib, ijobiy natijalar qayd etilgan. Shuningdek, CHP stansiyalarining monitoringi va diagnostikasi ham neyron tarmoqlar yordamida samarali amalga oshirilmoqda.



COGAS stansiyasining chiqish quvvatini yuqori aniqlik bilan bashorat qilishda mahalliy va global modellashtirish usullari qo'llanilib, ishonchli natijalarga erishilgan. Turli elektr stansiyalariga nisbatan qo'llanilgan ML texnikalari asosida termodinamik tizimlarni modellashtirish chiqish quvvatini aniq prognozlash imkonini beradi. ANN yordamida bug' bosimi ajratgichini modellashtirish ham yuqori aniqlik bilan amalga oshirilgan. CHP gaz turbinalari uchun optimal konfiguratsiyaga ega neyron tarmoq modeli ham ishlab chiqilgan.

So'nggi tadqiqotlarda COGAS elektr stansiyasini termodinamik modellashtirishda MATLAB/Simulink muhitida ishlab chiqilgan integratsiyalashgan model qo'llanilib, ko'p qatlamli perseptron asosida o'qitilgan tizim yordamida 60% dan yuqori termodinamik samaradorlikka erishilgan.

Mashinali o'rganishning yana bir samarali yo'nalishi sifatida adaptiv neyro-loyqa chiqarish tizimi (ANFIS) alohida e'tiborga loyiq. ANFIS — bu sun'iy neyron tarmoqlari va loyqa mantiqni birlashtirgan gibrid model bo'lib, kirish va chiqish parametrlar o'rtasidagi murakkab bog'liqliklarni moslashuvchan tarzda modellashtirish imkonini beradi. Ushbu yondashuv turli elektr stansiyalarining ish faoliyatini baholash va optimallashtirishda samarali qo'llanilmoqda (2-rasm).



2-rasm. Turli turdagi issiqlik elektr stansiyalarida mashinani o'rganish metodlarining aniqlik (R^2) va samaradorlik oshishi ko'rsatkichlari²

Ushbu rasm ko'mir, gaz turbinali, birlashtirilgan siklli (CCPP), kogeneratsiya (CHP), biomassa va qayta tiklanuvchi manbalarga asoslangan elektr stansiyalarida ML metodlarini qo'llash natijasida erishilgan ikki asosiy ko'rsatkichni parallel tarzda taqqoslaydi. Yashil ustunlar chap o'qda R^2 determinatsiya koeffitsiyentini ifodalab, barcha stansiya turlarida 0,93 dan 0,997 gacha bo'lgan yuqori aniqlikka erishilganini ko'rsatadi. Ko'k ustunlar esa o'ng o'qda ML texnologiyalari joriy etilgandan so'ng samaradorlikning foiz hisobidagi oshishini aks ettiradi.

Qayta tiklanuvchi manbalarga asoslangan stansiyalarda samaradorlik eng yuqori darajada — 3,2% ga oshgan. Bu esa SI/ML texnologiyalari stansiya boshqaruvida qo'shimcha samaradorlik zaxiralari mavjud bo'lgan sohalarda yanada katta natija berish imkoniyatiga ega ekanligini ko'rsatadi. Ko'mir asosidagi stansiyalar esa eng yuqori bashorat aniqligini — $R^2 = 0,997$ — namoyish etgan. Buning asosiy sababi ushbu turdagi stansiyalar bo'yicha tarixiy ma'lumotlar bazasining kengligi va uzoq yillik amaliy tajribaning mavjudligidir.

So'nggi o'n yilliklarda kompyuter texnologiyalarining rivojlanishi termodinamik tizimlarda keng qo'llanilayotgan ML metodologiyalari kabi zamonaviy yondashuvlarni joriy etishga imkon yaratdi. Ushbu bo'limda mazkur metodologiyalarning qo'llanilishi ko'rib chiqilib, asosiy e'tibor elektr quvvati va stansiya ish samaradorligini bashorat qilishga qaratiladi.

Shu nuqtai nazardan, CCPP stansiyalarida to'liq yuklama sharoitida elektr quvvatini baholash uchun umumlashtirilgan qo'shimchali modelga asoslangan bashoratli yondashuv qo'llaniladi. Umumlashtirilgan qo'shimchali model kuchaytirilgan daraxt va gradient boosting algoritmlariga asoslangan bo'lib, kirish va chiqish parametrlar o'rtasidagi chiziqli bo'lmagan bog'liqliklarni modellashtirish imkonini beradi. RMSE ko'rsatkichi bo'yicha ushbu modelni boshqa bashoratli modellar bilan taqqoslash uning yuqori samaradorligini ko'rsatadi.

Shuningdek, regressiya doirasida tasodifiy o'rmon (Random Forest) texnikasi ham chiqish quvvatini bashorat qilishda qo'llanilib, parallel RF texnikasiga ega K5-yulduzli usulga nisbatan RMSE ko'rsatkichining 4% ga kamayishiga xizmat qilgan.

Chiqish quvvatini baholash uchun uzluksiz shartli tasodifiy maydon modeli ham joriy etilgan bo'lib, u CHP modelining RMSE qiymatini regressiya daraxti va neyron tarmoq modellariga nisbatan 2,3% ga kamaytirishga xizmat qilgan. Elektr energiyasi ishlab chiqarishni bashorat qilishda panjara qidiruvi orqali optimallashtirilgan stacked ensemble ML modeli qo'llanilib, u tasodifiy o'rmon va ovoz berish ansambli modellariga nisbatan RMSE ko'rsatkichini 19,3% ga yaxshilagan.

Qoidaga asoslangan yondashuv va ko'p qatlamli perseptron neyron tarmog'i takomillashtirilgan kombinatsiyalangan siklli qurilma uchun proporsional-integral-differensial (PID) boshqaruvchini sozlashda qo'llanilgan. Natijalar ko'p qatlamli perseptron konfiguratsiyasining chiziqli diskriminant tahlili va qaror daraxtlariga nisbatan yuqori samaradorligini ko'rsatgan. Shuningdek, tasodifiy o'rmon, chiziqli regressiya va ko'p qatlamli perseptron kabi texnikalar issiqlik elektr stansiyalarining chiqish quvvatini bashorat qilish va texnik holatini monitoring qilishda samarali qo'llanilgan.

F135 PW100 turbofan dvigatelining energiya-eksergiya tahlilida chuqur neyron tarmoqlar qo'llanilib, yuqori aniqlikdagi natijalarga erishilgan. Energiya yukini baholash bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarda turli mashinani o'rganish texnikalarining imkoniyatlari tahlil qilingan. Qayta tiklanuvchi energiya resurslari bilan integratsiyalashgan tizimlarda, jumladan, shamol turbinasi pichoqlarini diagnostika qilishda k-eng yaqin qo'shni algoritmgiga asoslangan yondashuv ijobiy natijalar bergan.

Shamol energiyasini bashorat qilishda konvolyutsion neyron tarmoqlar va uzoq qisqa muddatli xotira modellariga asoslangan fazoviy-vaqtinchalik korrelyatsiya modeli ishlab chiqilgan hamda Fuzzy C-Means algoritmi qo'llanilgan. Virtual elektr stansiyalarida energiya boshqaruvi muammolarini hal etishda ML ilovalarining keng imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Shaharsozlikda energiya samaradorligini oshirish bo'yicha ham turli ML texnikalari tahlil qilinib, ular qisqa muddatli energiya iste'molini bashorat qilishdan tortib, virtual elektr stansiyalarini boshqarishgacha bo'lgan yo'nalishlarda qo'llanilishi mumkinligi ko'rsatilgan.

Haqiqiy gaz turbo-kompressor stansiyasini baholash uchun energiya, elektrokimyoviy, eksergiya, eksergoiqtisodiy, eksergoekologik va eksergoekologik tahlillarga asoslangan yangi integratsiyalashgan kogeneratsiya ML algoritmi taklif etilgan. Ushbu yondashuv hisoblash samaradorligi va tizimli baholash imkoniyatlari bilan ajralib turadi. Shuningdek, LNG asosida ishlaydigan elektr stansiyasida elektr energiyasi ishlab chiqarish va oqova suvlarni tozalash jarayonida sovuq energiya samaradorligini baholash hamda optimallashtirish uchun ma'lumotlarga asoslangan yondashuv taklif qilingan.

Qo'llab-quvvatlovchi vektor mashinasi va takomillashtirilgan optimallashtirish algoritmini birlashtirgan gibrid model asosida elektr energiyasi ishlab chiqarishni yuqori aniqlikda bashorat qilish usuli ishlab chiqilgan. Elektr yukini bashorat qilishda dastlabki ma'lumotlarni oldindan qayta ishlash va ko'p maqsadli optimallashtirish algoritmgiga asoslangan yangi gibrid model ham taklif etilgan. Mikrotarmoqlarda qisqa muddatli yukni optimallashtirish uchun ninachi algoritmi va qo'llab-quvvatlovchi vektor mashinasini birlashtirgan integratsiyalashgan model RMSE ko'rsatkichini 50% gacha yaxshilash imkonini bergan.

Boshqa bir tadqiqotda qisqa muddatli elektr yukini bashorat qilish uchun K-o'rtacha klasterlash va qo'llab-quvvatlovchi vektor mashinasidan iborat kombinatsiyalangan model taklif qilingan. Ushbu usul ma'lumotlarni oldindan qayta ishlash, o'xshash kunlarni tanlash, qo'llab-quvvatlovchi vektor mashinasi modelini o'qitish va parametrlarni sozlash bosqichlarini o'z ichiga oladi.

Avtokorrelyatsiya funksiyasi va eng kichik kvadratlar asosidagi qo'llab-quvvatlovchi vektor mashinalarini gibrid tarzda birlashtirgan metodologiya elektr yukini bashorat qilishda samarali natija bergan. Qo'llab-quvvatlovchi vektor mashinasining ichki parametrlarini tasodifiy tanlash model samaradorligiga ta'sir qilishi sababli, evolyutsion AI algoritmlaridan optimal parametrlarni aniqlashda foydalanish mumkin. Eksperimental ma'lumotlar sifatida Yevropa intellektual texnologiya tarmog'idan olingan ma'lumotlar to'plami hamda Xitoydagi elektr stansiyasining haqiqiy yuk ma'lumotlari asosida SVM modeli sinovdan o'tkazilgan.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Ushbu tadqiqot issiqlik elektr stansiyalari faoliyatini bashorat qilish va takomillashtirishda sun'iy intellekt hamda mashinani o'rganish (ML) texnologiyalarining keng imkoniyatlarini namoyon etdi. Xususan, ANN, ANFIS va gibrid ML yondashuvlari an'anaviy, kombinatsiyalangan siklli va qayta tiklanuvchi energiya tizimlarida yuqori aniqlik bilan ishlash ko'rsatkichlarini bashorat qilishda samarali ekanligi asoslandi.

ML usullarini energetika tizimlariga integratsiyalash energiya jarayonlarini optimallashtirish, chiqindilarni kamaytirish va umumiy energiya samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Bu esa ekologik barqarorlikni ta'minlash bilan birga, ijtimoiy-iqtisodiy samaradorlikni ham oshiradi hamda ilm-fan va sanoat o'rtasidagi



hamkorlikni yangi bosqichga olib chiqadi.

Kelgusida tadqiqotlarni chuqur o'rganish (deep learning) texnologiyalari va real vaqt ma'lumotlariga asoslangan ML modellarini yanada rivojlantirishga yo'naltirish maqsadga muvofiqdir. Shuningdek, turli stansiya turlarini yagona metodologik yondashuv asosida kompleks tahlil qilish ham istiqbolli yo'nalishlardan biri hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Ntantis, E. L., & Xezonakis, V. (2025). *Revising Gibbs paradox: Resolving misconceptions and addressing challenges*. International Journal of Innovative Research and Scientific Studies, 8(3), 4411–4417.
2. Ntantis, E. L., & Xezonakis, V. (2024). *The minus thermodynamics law concept: A statement*. Edelweiss Applied Science and Technology, 8(6), 9376–9379.
3. Ntantis, E. L., & Xezonakis, V. (2024). *Revisiting the second law of thermodynamics: Challenges and misconceptions*. Reports in Mechanical Engineering, 5(1), 33–42.
4. Ntantis, E., & Xezonakis, V. (2025). *A novel artificial neural network topology to enhance combined cycle power plants modeling capabilities*. Journal of Artificial Intelligence and Technology, 5, 285–303.
5. Kesgin, U., & Heperkan, H. (2005). *Simulation of thermodynamic systems using soft computing techniques*. International Journal of Energy Research, 29(7), 581–611.
6. Entezari, A., Aslani, A., Zahedi, R., & Noorollahi, Y. (2023). *Artificial intelligence and machine learning in energy systems: A bibliographic perspective*. Journal of Strategy Reviews, 45, 101017.
7. Asma, A., Ahmed, A. A., & Abdulateef, O. F. (2022). *Estimate and analysis of generator availability in an electric power plant using ANN*. Al-Khwarizmi Engineering Journal, 18(2), 1–12.
8. Anead, H. S., Sultan, K. F., & Al-Kadhumi, R. J. (2018). *Evaluation and improvement of boiler performance in a thermal power plant using artificial neural networks*. Journal of Engineering and Technology, 36(6), 656–663.
9. Tangwe, S., & Manyi-Loh, C. (2019). *An appraisal of an artificial neural network model to predict improvement of generating capacity of a coal thermal power plant*. AIUE Proceedings, ICUE 2019, Cape Town.
10. Ergashev, O., Zulunov, R., & Akhmadjonov, I. R. (2024). *The methods of automatic license plate recognition*. Потомки Аль-Фаргани, 1(1).
11. Ergashev, O., Zulunov, R., & Akhmadjonov, I. R. (2024). *Methodology for building license plate recognition systems*. Потомки Аль-Фаргани, 1(1), 173–179.

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. № 4

© 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 kelmasligi 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