

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

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

2026
mart



**TOSHKENT SHAHRIDAGI TURIN
POLITEXNIKA UNIVERSITETI**

*Xalqaro ilmiy-amaliy onlayn konferensiya
materiallari to'plami*

**“GLOBAL RAQAMLI INTEGRATSIYALASHUV:
2030-YILGACHA YASHIL IQTISODIYOTGA O'TISHDA
TEXNOLOGIK VA INDUSTRIAL SANOATNI RIVOJLANTIRISH
ORQALI MIKRO VA MAKROIQTISODIY BARQAROR
O'SISHNI TA'MINLASH DOLZARBLIGI”**

**“GLOBAL DIGITAL INTEGRATION: THE RELEVANCE OF
ENSURING MICRO AND MACROECONOMIC SUSTAINABLE
GROWTH THROUGH TECHNOLOGICAL AND INDUSTRIAL
DEVELOPMENT IN THE TRANSITION TO A GREEN
ECONOMY BY 2030”**

**«ГЛОБАЛЬНАЯ ЦИФРОВАЯ ИНТЕГРАЦИЯ:
АКТУАЛЬНОСТЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО
МИКРО- И МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА ЧЕРЕЗ
РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И ИНДУСТРИАЛЬНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ПЕРЕХОДЕ К ЗЕЛЁНОЙ
ЭКОНОМИКЕ К 2030 ГОДУ»**

3-MAXSUS SON



74-91 xalqaro daraja
ISSN: 2992-8982



muhandislik & iqtisodiyot

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

*Elektron nashr.
2026-yil, mart.*

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

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

Tahrir hay'ati:

Abduraxmanov Kalandar 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 Ixamovich, 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.

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
- 05.09.01 – 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

ICT week Uzbekistan 2025: Milliy texnologiyalar haftaligining yakunlari va ularning O'zbekiston IT-ekotizimiga ta'siri.....	16
Jumaboyev Akmaljon Sheraliyevich	
THE ROLE OF STATE FINANCIAL CONTROL IN THE EFFICIENT USE OF BUDGET FUNDS	20
Gulyor Akhmatovna Kasimova, Biybinaz Makhmut qizi Esenbaeva	
РОЛЬ ЦИФРОВЫХ ПЛАТЁЖНЫХ СИСТЕМ В ФОРМИРОВАНИИ ФИНТЕХ-ЭКОСИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН	22
Шамахмудова Шоира Олег кизи	
UZBEKISTAN'S STRATEGY FOR TRANSITION TO A GREEN ECONOMY: LABOR MARKET TRANSFORMATION, CHALLENGES AND PROSPECTIVE OPPORTUNITIES.....	27
Akbarova Barno Shukhratovna, Chintemirova Diyora Shukhratovna	
MODELS FOR MANAGING EDUCATIONAL REFORMS IN THE CONTEXT OF CULTURAL DIFFERENCES.....	32
Abdulmajeed Nabeel Azouz	
4-SANOAT INQILOBINING RAQAMLI TURIZMGA TA'SIRINI BAHOLASH	38
Sevinchova Nilufar Ne'mat qizi	
КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ESG-ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ДРАЙВЕР ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ.....	41
Ташпулатов Дильмурад Рустамович	
RAQAMLI IQTISODIYOTDA FOIZSIZ MOLIYA MEKANIZMLARINING RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI.....	44
Adilov Zuxriddin Marip o'g'li	
XIZMAT KO'RSATISH TARMOG'INI RIVOJLANTIRISH VA BOSHQARISHNI TAKOMILLASHTIRISH	47
Tadjimirzayev Anvar Abduvaxidovich	
RAQAMLI IQTISODIY DINAMIKANI KOMPLEKS FUNKSIYALAR YORDAMIDA MODELLASHTIRISH.....	52
Ibrohimova Nilufar Qahramon qizi	
SANOAT SEKTORIDA BARQAROR RIVOJLANISHNI TA'MINLASHDA "YASHIL" INVESTITSİYALARINING IQTISODIY AHAMIYATI.....	55
Ibragimov Zaxid Taxirovich	
LOGISTIKA PROVAYDERLARI XIZMATLARIDAN FOYDALANISH ASOSIDA TEMIR YO'L TRANSPORTI RAQOBATBARDOSHLIGINI OSHIRISH.....	59
Raximov Xasan Shukurjonovich	
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ЭКОНОМИКИ	64
Сидиков Зиёдулло Равшанович, Холиярова Шохиста Кахрамоновна	
SUG'URTA TASHKILOTLARINING BOZOR IQTISODIYOTIDAGI AHAMIYATI	68
Azamatova G.I.	
DON MAHSULOTLARINI YETISHTIRISH VA QAYTA ISHLASHDA INVESTITSİYALAR SAMARADORLIGINI OSHIRISH YO'LLARI.....	71
Po'latova Sug'diyona, S.Y.Xamidova	
MAHALLIY BUDJETLARNING DAROMAD BAZASINI KENGAYTIRISH ASOSIDA XARAJATLAR BARQARORLIGINI TA'MINLASH (SURXONDARYO VILOYATI MISOLIDA).....	74
Safarmurodova Marjona To'raqulovna	
O'ZBEKISTONDA INVESTITSIYA FAOLIYATINI RIVOJLANTIRISHDA SOLIQ IMTIYOZLARI VA PREFERENSIYALARINING IQTISODIY AHAMIYATI.....	77
Allaberganova Kumush Javlonbek qizi, Beknazarova N.T.	



РАЗВИТИЕ OPEN BANKING КАК ДРАЙВЕР ФОРМИРОВАНИЯ КОНКУРЕНТНОЙ ФИНТЕХ-ЭКОСИСТЕМЫ В УЗБЕКИСТАНЕ	80
Эшмуротов Дониёр Ихтиёр ўғли	
NAVIGATING TAX RISKS ARISING IN THE MANAGEMENT OF ENTERPRISES.....	83
Maxmudov Rahimjon Hamid o'g'li	
DVIGATELNING TASHQI TEZLIK TAVSIFNOMASIGA DVIGATEL QUVVATI, TIRSAKLI VALINING MAKSIMAL AYLANISHLAR SONI, SOATLI YONILG'I SARFI VA SOLISHTIRMA YONILG'I SARFLARIGA TA'SIRI.....	86
Abdug'aniyev Shohruh Oxunjon o'g'li, Abdusattorov Nodirjon Abduljalil o'g'li	
FROM TRADITIONAL BANKING TO FINTECH ECOSYSTEMS: PERFORMANCE IMPLICATIONS	90
Rano Parpieva	
ZAMONAVIY SHAROITDA MEHNAT MOTIVATSIYASI NAZARIYASINI RIVOJLANTIRISHDA INSONIY MUNOSABATLAR MAKTABINING AHAMIYATI	92
Aslanov Aziz Mexmonovich	
ВОДНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КОМПРОМИСС В СИСТЕМЕ ЦУР УЗБЕКИСТАНА: ЭМПИРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕЖЦЕЛЕВЫХ КОНФЛИКТОВ	96
Салахутдинова Юлдуз Голибовна	
THE ECONOMIC IMPORTANCE OF INTERNATIONAL TRADE AND ITS ROLE IN GLOBAL GROWTH	99
Nurova Farog'at Salohiddin qizi	
AHOLINING MOLIVAVIY FIRIBGARLIKKA ALDANISH EHTIMOLINI KAMAYTIRISHDA MOLIVAVIY TA'LIMNING O'RNI.....	102
Irgashev Anvar Farxodovich	
SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA TASHQI SAVDONI OPTIMALLASHTIRISH VA ENERGETIKA XAVFSIZLIGINI BOSHQARISH MEKANIZMLARI.....	105
Nosirbekov Sanjarbek Toxirbekovich	
SANOATDA IQTISODIY MOLIVAVIY HISSOBOTLAR XALQARO STANDARTLARINI RAQOBATBARDOSH KORPORATIV STRATEGIYALARNI SHAKLLANTIRISHDA QO'LLASH	107
Turaboyev Ibroxim Ismoil o'g'li	
KICHIK BIZNESDA INVESTITSIYA SAMARADORLIGINI BAHOLASH MEKANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH YO'LLARI.....	111
Xakimov Akbar Anvarovich	
AXBOROT-KOMMUNIKATSIYA TEXNOLOGIYALARI SOHASIDA NOMODDIY AKTIVLARNING IQTISODIY MAZMUN-MOHİYATI	114
Ishanqulov Izzatilla Nurillayevich	
MEHNAT HAQIDAN OLINADIGAN SOLIQLAR VA MAJBURIY TO'LOVLAR HISOBINI O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI SOLIQ KODEKSI ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH	117
Nomozov Ilhomjon Ziyodullo o'g'li	
FINTECH TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA TIJORAT BANKLARI RAQAMLI INFRATUZILMASINI MODERNIZATSIYA QILISH	119
Hazratkulov Faxriyor Abdumuxammad o'g'li	
ОЦЕНКА ЛИДЕРСКОЙ ЗРЕЛОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ СФЕРЫ КУЛЬТУРЫ В УСЛОВИЯХ ТРАНСФОРМАЦИИ КРЕАТИВНОЙ ЭКОНОМИКИ УЗБЕКИСТАНА	122
Абдусаламова Фароғат Сунатиллаевна	
STATE OF DEVELOPMENT AND DYNAMICS OF THE FRUIT PROCESSING INDUSTRY.....	125
Yusufova Laylo Gayrat kizi	
STARTAP LOYIHALARINING MILLIY IQTISODIYOTNING INNOVATSION RIVOJLANISHIDAGI ROLI.....	132
Ko'chimova Madinabonu Qaxramon qizi, Sheraliyev Nurbek Jumanazar o'g'li	
AKSIYADORLIK JAMIYATLARI SAMARADORLIGI VA BOZOR QIYMATINI SHAKLLANTIRISHNING KO'P FAKTORLI MODELLARI	135
Jumatova Gulzar Maxmud qizi	



INNOVATSION RIVOJLANISHDA MEHNAT RESURSLARINING SAMARADORLIGINI HISOBLASH USULLARI.....	139
Artiqova O'g'iljon Zafar qizi	
INSTITUTIONAL FEATURES OF STATE REGULATION OF PRODUCT QUALITY MANAGEMENT	143
Atakulov Askad Raimkulovich	
TA'LIM MARKAZINING OBRO'SI VA RAQOBATBARDOSHLIGIGA MALAKALI XODIMLARNING TA'SIRINI BAHOLASH.....	146
Razzoqova Zebo Xusniddinova	
THE IMPACT OF RAPID TAX DISPUTE RESOLUTION SYSTEMS ON THE BUSINESS ENVIRONMENT AND PROSPECTS FOR THEIR DEVELOPMENT.....	149
Solihova Xumora Xasan kizi	
МОДЕЛИРОВАНИЕ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ ОБЩЕСТВА 5.0 НА УСТОЙЧИВОЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СТРАН БРИКС-Т.....	153
Калдибаев Нурлан Алимжанович	
AKSIYADORLIK JAMIYATLARIDA MOLIVAVIY SHAFFOFLIKNING INVESTITSION JOZIBADORLIKKA TA'SIRI.....	156
Kurashev Sobir Saidmurod o'g'li	
O'ZBEKISTONDA REKREATSION TURIZMNI RIVOJLANTIRISHNING ILMIY-AMALIY O'ZIGA XOS JIHATLARI	159
Po'latova Mavluda Sanjar qizi	
ПРИЗНАКИ ПРОБЛЕМНЫХ КРЕДИТОВ И УПРАВЛЕНИЕ ИХ КАЧЕСТВОМ.....	162
Улмасой Ахмедова Хусан кизи	
THE ECONOMIC ESSENCE OF LABOR AND ITS INTERPRETATION IN THE CONTEXT OF INTERNATIONAL FINANCIAL REPORTING STANDARDS.....	165
Nomozov Ilhomjon Ziyadullah ugli	
MADANIYLASHTIRILGAN GO'SHTNING QAYTA ISHLANGAN GO'SHT MAHSULOTLARI XOM ASHYOSIDA ISHTIROKI.....	168
Xaydarova Sitara Suranbay qizi	
NOMODDIY AKTIVLAR AUDITIDA RISKLARNI BAHOLASH VA AUDITORLIK DALILLARINI TO'PLASH USLUBIYOTINI TAKOMILLASHTIRISH.....	170
Ishanqulov Izzatilla Nurillayevich	
MEHNAT HAQI AUDITINING NAZARIY-USLUBIY ASOSLARI VA XALQARO AUDIT STANDARTLARI (ISA) KONTEKSTIDAGI TALQINI.....	173
Nomozov Ilhomjon Ziyodullo o'g'li	
BANK RISKLARINING BANK FAOLIYATIDAGI AHAMIYATI, TURLARI VA XUSUSIYATLARI.....	175
Hakimova Nargiza Abduraimovna	
RAQAMLI TRANSFORMATSIYA TADBIQ QILISH YO'NALISHLARI VA INSTRUMENTLARI TAHLILI	180
Abdurahmonov Abdumalik Abdurashidovich	
MODERN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF SUBJECTS ENGAGED IN MEAT PROCESSING IN THE CONTEXT OF INNOVATIVE DIRECTION.....	184
Sitara Khaydarova	
"XAVFSIZ SHAHAR" TIZIMLARIDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA SUN'IY INTELLEKTDAN FOYDALANISH ISTIQBOLLARI.....	188
Iminov Akbarjon Odiljon o'g'li	
O'ZBEKISTONDA NATIJAGA YO'NALTIRILGAN BYUDJETLASHTIRISHNI JORIY ETISHDA DAVLAT MOLIVASI STATISTIKASI: JORIY HOLAT VA ISTIQBOLLI REJALARI.....	190
Artikov Baxtiyor Maxkamovich	
DAVLAT QARZINI SAMARALI BOSHQARISH VA BARQAROR IQTISODIY RIVOJLANISHNI TA'MINLASH MEXANIZMLARI	193
Sattoriy Fayzulloh Abdijabbor o'g'li	



O'Z KAPITALI HISOBINI YURITISHDA XALQARO MOLIYAVIY HISOBOT STANDARTLARINI QO'LLASHNING NAZARIY VA AMALIY ASOSLARI	196
Axmedov Latayibxon Mamitxonovich	
BIZNES JARAYONLARINI MODELLASHTIRISH ORQALI KORXONA SAMARADORLIGINI OSHIRISH YO'LLARI	200
Qarshiyeva Moxinur Olim qizi	
THE IMPACT OF MANAGING THE INTERREGIONAL MOBILIZATION OF QUALIFIED TEACHERS ON THE QUALITY OF EDUCATION.....	202
Karimov Dostonjon Karimovich	
O'ZBEKISTON KIMYO SANOATI KORXONALARINING IQTISODIY SAMARADORLIGI HOLATI.....	204
Suyarov Shaxzod Salim o'g'li	
ФАКТОРЫ И ПРОБЛЕМЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ ДЕНЕЖНЫХ ПЕРЕВОДОВ В УЗБЕКИСТАНЕ.	206
Гимранова О. Б.	
ASSESSING DIGITAL MATURITY IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS: AN INTEGRATED FRAMEWORK APPROACH.....	209
Berdiyev Temurbek	
ТЕОРЕТИКО-НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	213
Бекмухамедова Малика Искандарбековна	
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ ЦИФРОВИЗАЦИИ ФОНДОВОГО РЫНКА В УЗБЕКИСТАНЕ	218
Шомуродов Равшан Турсункулович, Юсупова Нигора Собитжон кизи	
IQTISODIYOTDA OZIQ-OVQAT XAVFSIZLIGINI TA'MINLASHNING INSTITUTIONAL MECHANISMS.....	223
Amirov Otabek Xudoyberdi o'g'li	
TRANSPORT TIZIMI IQTISODIY SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING NAZARIY ASOSLARI	226
Mannonov Shoxruhmirza Abdurashid o'g'li	
AXBOROT-KOMMUNIKATSIYA TEXNOLOGIYALARI SOHASIDA MOLIYAVIY NATIJALAR AUDITI METODOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISHNING YAXLIT TIZIMI	231
Bekchanov Faxriddin Atabekovich	
FINANCING SYSTEM OF EXPORT ACTIVITIES OF SMALL BUSINESS ENTITIES IN THE IMPROVING....	234
Karamatdinova Aysawle Paraxatovna	
GENERATIV SUN'IY INTELLEKT INFRATUZILMASINING MINTAQAVIY IQTISODIYOTNI TRANSFORMATSIYA QILISHDAGI O'RNI	236
Saidov Jaloladdin Allaberganovich	
STRATEGIC INTEGRATION OF DIGITAL MARKETING TECHNOLOGIES IN SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES: DRIVERS, BARRIERS, AND ECONOMIC PERFORMANCE.....	239
Pirmatov Oybek Shovkat ugli	
QORAQALPOG'ISTON RESPUBLIKASIDA KICHIK VA O'RTA BIZNESNING HUDUDIY RIVOJLANISH XUSUSIYATLARI.....	243
Reimbergenov Xurrambek Xushnudovich	
FEATURES AND PRINCIPLES OF ECONOMETRIC MODELING OF INDUSTRIAL DEVELOPMENT.....	246
Choriev Tolib Azamovich	
FEATURES OF INVESTMENT BEHAVIOUR IN THE CONTEXT OF FINTECH TECHNOLOGY DEVELOPMENT	251
Karimova Nurjakhon Olim kizi	
DAVLAT-XUSUSIY SHERIKLIK ASOSIDA HUDUDIY INFRATUZILMAGA INVESTITSİYALARNI JALB ETISH MECHANISMS TAKOMILLASHTIRISH	255
Ismoilov Azizbek Rustamjon o'g'li	



RAQAMLI IQTISODIYOT SHAROITIDA ELEKTRON BOZORLAR ORQALI XALQARO SAVDONI RIVOJLANTIRISH ISTIQBOLLARI.....	259
Hamroyeva Umida	
TO‘QIMACHILIK KORXONALARIDA TEXNOLOGIK MODERNIZATSIYANING IQTISODIY MAZMUNI VA NAZARIY ASOSLARI.....	262
Sarimsaqov Sherzod Xamidovich	
INCREASING THE COMPETITIVENESS OF ENTERPRISES IN THE CONSTRUCTION MATERIALS INDUSTRY	268
Toshpulatov Asronbek Mutalibovich	
O‘ZBEKISTON TIJORAT BANKLARINING KAPITAL BOZORI ORQALI RESURS BAZASINI KENGAYTIRISH AMALIYOTI VA ISTIQBOLLARI.....	272
Otabek Oltiboyev	
TASHQI SAVDO OPERATSIYALARIDA VALYUTA NAZORATINI TAKOMILLASHTIRISH ORQALI EKSPORTNI RAG‘BATLANTIRISH	275
Israilov Avazbek Rustam o‘g‘li	
XALQARO UNIVERSITET BOSHQARUVIDA STAKEHOLDER YONDASHUVI: ZAMONAVIY MODELLAR VA RIVOJLANISH TENDENSIYALARI.....	277
Tursunmuratov Sherzod Turdimuratovich	
ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ В УПРАВЛЕНИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ СЕМЕЙНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	279
Султанов Бобирмирзо Мавлонжон угли	
TRANSPORT SOHASIDA AYOLLAR BANDLIGINI TA‘MINLASH MUAMMOLARINI INTEGRATSIYALASHGAN BOSHQARUVNI TAKOMILLASHTIRISH ASOSIDA HAL ETISH	283
Abdukarimova Dilnozaxon Mamurjon qizi	
RAQAMLI IQTISODIYOT SHAROITIDA TO‘QIMACHILIK SANOATINI RIVOJLANTIRISHNING USTUVOR YO‘NALISHLARI	287
Nurullayeva Mexribon Muratovna	
OPTIMIZATION OF THE FOOD SUPPLY AND DELIVERY SYSTEM IN TASHKENT REGION	290
Mavlanov Sobirjon Pardabayevich	
THEORETICAL FOUNDATIONS OF SOCIAL PROTECTION AND ITS INTERRELATIONSHIP WITH SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT.....	293
Abduzoirov Mukhiddin, Abdulloev Amrullo, Inomjon Qudratov	
SUG‘URTA XIZMATLARI BOZORINI BOSHQARISHGA OID ILMIY YONDASHUVLARNING EVOLYUTSIYASI..	299
Kurbonov S.A.	
INSTITUTIONAL FACTORS IN THE DEVELOPMENT OF WOMEN’S ENTREPRENEURSHIP IN RURAL UZBEKISTAN: AN ECONOMIC AND STATISTICAL ANALYSIS	304
Saidakbarova Ziyoda Doniyor qizi	
ФАКТОРИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ДЕБИТОРСКОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТЬЮ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	310
Дадабоева Муштари Хамидиллаевна	
QISHLOQ XO‘JALIGINI RIVOJLANTIRISHDA AGROKLASTERLARNING O‘RNI VA ISTIQBOLLARI	314
Berdiyev Abdumalik Hakimovich	
RAQAMLI ASALARICHILIK TEXNOLOGIYALARI SAMARADORLIGINI OSHIRISH TAMOYILLARI	318
Farmanov Jonibek Ziyadullaevich	
СУЩНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ КАПИТАЛИЗАЦИИ КОММЕРЧЕСКИХ БАНКОВ.....	322
Шомуродов Равшан, Жуманазаров Шахобиддин	
INVESTITSION FAOLLIKNI OSHIRISHNING MOLIYA-KREDIT MEKANIZMI: XORIJIY DAVLATLAR AMALIY TAJRIBASI	326
I. Madaminov	



TRANSPORT SOHASIDA AYOLLAR BANDLIGINI OSHIRISHNING AYOLLAR FAROVONLIGI VA IQTISODIY RIVOJLANISHGA TA'SIRI	329
Rahmatov Ziyodullo, Abdulkarimova Dilnozaxon	
НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ МИГРАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	332
Ёкубжон Тохилов	
ВЗАИМОСВЯЗЬ ВЫБРОСОВ CO ₂ , ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ДОСТУПА К ЧИСТОМУ ТОПЛИВУ И ТЕХНОЛОГИЯМ С РАСХОДАМИ НА ЗДРАВООХРАНЕНИЕ В УЗБЕКИСТАНЕ: ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	336
Эркинбаева Камила Жавланбековна	
ВЛИЯНИЕ НЕФТЯНОЙ ЗАВИСИМОСТИ И УРОВНЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РИСК УЗБЕКИСТАНА: ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ.....	341
Эркинбаева Камила, Бекзод Кузйбаев	
МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ ТУРИСТСКИХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ СООБЩЕСТВ	347
Абзалова Нозимахон Нодирбек кизи	
THE ROLE OF DIGITAL PLATFORMS IN CONDUCTING ELECTRONIC SALES OF ENTERPRISE PRODUCTS	350
Tuychiyev Shavkatjon Shokirali o'g'li	
LATENT DEMAND AND THE CAPACITY ILLUSION IN RAIL TRANSPORT	354
Kurambayev Alisher Saburbayevich	
TIJORAT BANKLARINING INVESTITSIYA PORTFELINI "YASHILLASHTIRISH" VA EKOLOGIK LOYIHALARNI MOLIALASHTIRISHNI RIVOJLANTIRISH ISTIQBOLLARI	357
Soliev Muhammad Umar Baxromjon o'g'li	
SCENARIO FORECASTING OF TEXTILE SECTOR DEVELOPMENT	361
Nurullayeva Mexribon Muratovna	
AHOLI DAROMADLARINI SHAKLLANTIRISH VA ULARNING TURMUSH DARAJASIGA TA'SIRINI TAKOMILLASHTIRISH.....	365
Abidova Shahnoza Abduvaliyevna	
INFRATUZILMA LOYIHALARINI MOLIALASHTIRISHDA TASHABBUSLI BUDJET MEXANIZMINING O'RNI	367
Yarbazarov Shavkat Butayevich	
YASHIL IQTISODIYOT SHAROITIDA BARQAROR IQTISODIY RIVOJLANISH MEXANIZMLARI	370
Usanova Feruza, Muratov Shukrullo	
THE IMPACT OF CUSTOMER TRUST ON PURCHASE DECISIONS IN E-COMMERCE.....	372
Maxmudova Munisaxon Abbas qizi	
ACTIVITY-BASED COSTING IN RAILWAY PASSENGER TRANSPORT	376
Eshboyev Ulugbek Farxodovich	
MOLIYAVIY INVESTITSIYALARNING TIJORAT BANKLARI INVESTITSIYA FAOLIYATIDAGI IQTISODIY AHAMIYATI	380
Primova Dilafruz To'liqinovna	
INSTITUTIONAL DETERMINANTS OF THE SHADOW ECONOMY AND THEIR IMPACT ON HOUSEHOLD WELFARE	382
Afenov Nursultan Nugmatillaevich	
DEVELOPING A DIGITAL PLATFORM MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF THE SERVICE SECTOR IN TASHKENT CITY	386
Abikayumov Bekzod Turdiniyozovich	
TIJORAT BANKLARI CHAKANA XIZMATLARINI RIVOJLANTIRISHNING NAZARIY ASOSLARI.....	390
Axmedov Sardorbek Abdulkarim o'g'li	



ASSESSING UNIVERSITY DIGITAL MATURITY AS A DRIVER OF INTERNATIONAL COMPETITIVENESS: IMPROVING THE EVALUATION MECHANISM	395
Kungratov Ilmurod Kuzibay ugli	
ENHANCING THE EFFICIENCY OF MARKETING PROJECT MANAGEMENT THROUGH ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DIGITAL ECONOMY	398
Xushnoza Abdulazizova Abduhayot qizi	
INVESTITION FAOLLIK MEXANIZMINI TAKOMILLASHTIRISH YO'NALISHLARI	401
Asatova Shahzodaxon Zabixillo qizi	
THE ECONOMIC ESSENCE AND MODERN REQUIREMENTS OF THE FOOD SUPPLY CHAIN.....	404
Mavlanov Sobirjon Pardabayevich	
SANOAT KORXONALARIDA JAMOANI BOSHQARISH JARAYONINI TAKOMILLASHTIRISH.....	409
Xusanova Malohat Mingnorovna	
FINITE ELEMENT INVESTIGATION OF THE DYNAMIC DEFORMATION OF SINGLE-LAYER ISOTROPIC PLATES INTERACTING WITH A VISCOELASTIC MEDIUM	411
Butayev R.B., Mirzoyeva G.T., Nabiyeu B.E., Karimova S.T.	
XITOI VA O'ZBEKISTON SANOAT IQTISODIYOTI: RIVOJLANISH TENDENSIYALARI, QIYOSIY TAHLIL VA STRATEGIK ISTIQBOLLAR.....	416
Babadjanova Nozima, Madraximova Gulasal	
ЭКСПЕРТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ МОЩНОСТЬЮ 1 МВт.....	418
Anarbaev A.I., Bahodirova M.T.	

ЭКСЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ МОЩНОСТЬЮ 1 МВт

Anarbaev A.I.

DSc, профессор, Ташкентский государственный технический университет, Ташкент, 100095, Узбекистан

E-mail: anizan6004@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4643-3277>

Bahodirova M.T.

Магистрант, Ташкентский государственный технический университет, Ташкент, 100095, Узбекистан

E-mail: uzrets@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9516-9636>

Аннотация. В работе проведена эксергетическая оценка действующей фотоэлектрической станции мощностью 1 МВт, расположенной в Кибрайском районе Ташкентской области. Особенностью объекта является размещение двусторонних (бифациальных) модулей N-Type TOPCon мощностью 640 Вт и КПД 23,7 % по периметру яблоневого сада на неорошаемых землях. Определены параметры солнечного потока при интенсивности излучения 850 Вт/м², эксергия солнечного излучения (~3,35 МВт) и расчётный эксергетический КПД установки (~29,9 %). К основным источникам потерь отнесены нагрев модулей, отражение излучения, потери в инверторах и кабелях, а также эксплуатационные факторы, включая загрязнение поверхности панелей. Установлено, что эксергетический анализ дополняет традиционный энергоаудит и способствует выявлению резервов повышения эффективности. Экологические и экономические преимущества проекта связаны с сохранением орошаемых земель в сельскохозяйственном обороте и сокращением выбросов CO₂.

Ключевые слова: солнечная электростанция, фотоэлектрические модули, эксергетический КПД, эксергия солнечного излучения, энергоаудит, Ташкентская область.

Annotatsiya. Ushbu ishda Toshkent viloyatining Qibray tumanida joylashgan, quvvati 1 MVt bo'lgan amaldagi fotoelektr stansiyaning eksergetik bahosi amalga oshirilgan. Obyektning o'ziga xos xususiyati quvvati 640 Vt va FIK 23,7 % bo'lgan N-Type TOPCon texnologiyasidagi ikki tomonlama (bifasial) modullarning sug'orilmaydigan yerlardagi olma bog'i perimetri bo'ylab joylashtirilganidir. Quyosh nurlanishi intensivligi 850 Vt/m² bo'lgan sharoitda quyosh oqimi parametrlari, quyosh nurlanishining eksergiyasi (~3,35 MVt) hamda qurilmaning hisobiy eksergetik FIK (~29,9 %) aniqlangan. Asosiy yo'qotish manbalari sifatida modullarning qizishi, nurlanishning qaytishi, inverterlar va kabellardagi yo'qotishlar, shuningdek, panellar yuzasining ifloslanishini o'z ichiga oluvchi ekspluatatsion omillar ko'rsatilgan. Eksergetik tahlil an'anaviy energiya auditini to'ldirishi va samaradorlikni oshirish imkoniyatlarini aniqlashga xizmat qilishi asoslangan. Loyihaning ekologik va iqtisodiy afzalliklari sug'oriladigan yerlarni qishloq xo'jaligi aylanmasida saqlab qolish hamda CO₂ chiqindilarini kamaytirish bilan bog'liq.

Kalit so'zlar: quyosh elektr stansiyasi, fotoelektr modullar, eksergetik FIK, quyosh nurlanishi eksergiyasi, energiya audit, Toshkent viloyati.

Abstract. This study presents an exergy assessment of an operating 1 MW photovoltaic power plant located in the Qibray district of Tashkent Region. A distinctive feature of the facility is the installation of bifacial N-Type TOPCon modules with a rated power of 640 W and an efficiency of 23.7% along the perimeter of an apple orchard on non-irrigated land. The parameters of the solar energy flow at an irradiance of 850 W/m², the exergy of solar radiation (~3.35 MW), and the calculated exergy efficiency of the system (~29.9%) were determined. The main sources of losses include module heating, reflection of solar radiation, losses in inverters and cables, as well as operational factors, including surface contamination of the panels. The results show that exergy analysis complements conventional energy auditing and contributes to identifying opportunities for improving system efficiency. The environmental and economic benefits of the project are associated with preserving irrigated land for agricultural use and reducing CO₂ emissions.

Keywords: solar power plant, photovoltaic modules, exergy efficiency, solar radiation exergy, energy audit, Tashkent Region.



ВВЕДЕНИЕ

Развитие возобновляемой энергетики и внедрение современных методов энергоаудита актуальны для повышения энергоэффективности Узбекистана. Солнечные станции приобретают всё большее значение благодаря высокому уровню инсоляции. При этом традиционный анализ, основанный на суммарной выработке энергии, не отражает качества преобразования и структуры потерь. Для этого применяется эксергетический подход, позволяющий оценить термодинамическую ценность энергопотоков и необратимые потери.

Цель исследования — выполнить энергетическую и эксергетическую оценку фотоэлектрической станции мощностью 1 МВт и выявить резервы повышения эффективности.

Объект — действующая фотоэлектрическая станция 1 МВт в Кибрайском районе Ташкентской области. Отличительная особенность — размещение солнечных панелей по периметру действующего яблоневого сада на неорошаемых землях. Это позволяет сохранить плодородные площади сада и использовать малопродуктивные участки для генерации энергии. Поставленная задача — оценка фактического качества преобразования солнечной энергии.

Для станции применены бифасиальные солнечные модули Solar N Plus SP-N16B/132HG номинальной мощностью 640 Вт и КПД 23,7 %, выполненные по технологии N-Type TOPCon. Особенности технологии и **высокий КПД** модулей обеспечивают дополнительный прирост выработки за счет тыльной поверхности. Преобразование в сеть выполняют сетевые инверторы HopeSun (максимальный КПД 98,6 %, система MPPT). Основные характеристики станции сведены в Табл. 1.

Таблица 1 – Основные характеристики исследуемой ФЭС¹

№	Показатель	Значение
1	Установленная мощность	1 МВт
2	Район размещения	Кибрайский район, Ташкентская обл.
3	Тип фотоэлектрических модулей	Бифасиальные
4	Технология модулей	N-Type TOPCon
5	Модель модуля	Solar N Plus SP-N16B/132HG
6	Номинальная мощность одного модуля	640 Вт
7	КПД модуля	23,7 %
8	Максимальный КПД инверторов	98,6 %
9	Земельный участок	Неорошаемые земли
10	Схема размещения	По периметру яблоневого сада
11	Режим эксплуатации	Действующая станция
12	Результат эксплуатации	Передача электроэнергии в сеть

Для расчетов принята расчетная интенсивность солнечного излучения

Вт/м², что соответствует ясному солнечному дню в регионе (с запасом от среднегодовых данных). Расчетный подход применен для демонстрации эксергетических характеристик станции: для точной оценки необходимы многолетние мониторинговые данные.

Определим количество модулей:

$$N = \frac{P_{\text{уст}}}{P_{\text{мод}}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{уст}} = 1 \text{ МВт}$ — установленная мощность станции, $P_{\text{мод}} = 0,64 \text{ кВт}$ — мощность одного модуля.

Получается $N \approx 1563$ модулей.

Размер одного модуля $2,382 \times 1,134 \text{ м}$ дает площадь

$$A_1 = 2,382 \times 1,134 = 2,701 \text{ м}^2. \quad (2)$$

Суммарная площадь модулей $A = NA_1 \approx 4223 \text{ м}^2$.

Входящий солнечный поток: $E_{\text{in}} = GA$. При $G = 850 \text{ Вт/м}^2$ получим $E_{\text{in}} \approx 3,59 \text{ МВт}$

¹ Источник: составлено авторами на основе технических данных исследуемой ФЭС.

энергетической мощности.

Эксергия солнечного излучения: по формуле Петелы:

$$Ex_{sun} = GA \left[1 - \frac{4}{3} \frac{T_0}{T_s} + \frac{1}{3} \left(\frac{T_0}{T_s} \right)^4 \right], \quad (3)$$

где T_0 — температура окружающей среды (≈ 300 К), T_s — эффективная температура Солнца (≈ 6000 К). Приблизённо используют эксергетический коэффициент $\psi \approx 0,933$, тогда $Ex_{sun} \approx \psi E_{in} \approx 0,933 \times 3,59 = 3,35$ МВт.

Полезная электрическая эксергия Ex_{el} практически равна произведенной электроэнергии. При номинале она составляет $P_{el} = 1$ МВт.

Эксергетический КПД станции:

$$\eta_{ex} = \frac{\hat{Ex}_{el}}{Ex_{sun}} \times 100\% = \frac{1}{3,35} \times 100\% \approx 29,9\%. \quad (4)$$

Полученное значение является расчётной оценкой для принятого режима излучения. Фактический η_{ex} зависит от реального режима работы.

АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Расчеты показывают, что на модули поступает $\sim 3,59$ МВт солнечной энергии и $\sim 3,35$ МВт — эксергии. При этом только 1 МВт преобразуется в электричество. Эксергетический КПД $\sim 30\%$ (который согласуется с современным уровнем промышленных ФЭС на технологиях N-Type TOPCon) отражает существенную часть неиспользованной эксергии.

Основные источники потерь:

Оптические потери: отражение солнечных лучей от стекла модулей.

Тепловые потери: нагрев элементов. При высокой температуре (на воздухе до $+40 \dots +45$ °C) падение выходной мощности модулей достигает 20–30 %.

Внутренние потери в полупроводниках: рекомбинация носителей, сопротивление.

Преобразовательные потери: КПД инвертора (до 1–2 % потерь) и потери в транзисторах при преобразовании DC/AC.

Кабельные потери: сопротивление проводов (зависит от длины трассы и тока).

Эксплуатационные факторы: загрязнение панелей пылью, частичное затенение (асимметрия освещения).

Так, температурный коэффициент мощности модулей ($\sim -0,29$ %/°C) указывает на существенное снижение выходной мощности при повышении температуры. Для станции актуальны тепловизионные обследования и контроль температуры (особенно в летний период). Для оценки потерь в инверторе учитывают его КПД (98,6 %) и рабочий режим.

В сумме эти факторы формируют «непреобразованный эксергетический потенциал» порядка 2,35 МВт. Рисунок 1 иллюстрирует баланс эксергии: долю полезной энергии (1 МВт) и остаток (≈ 70 % потерь).

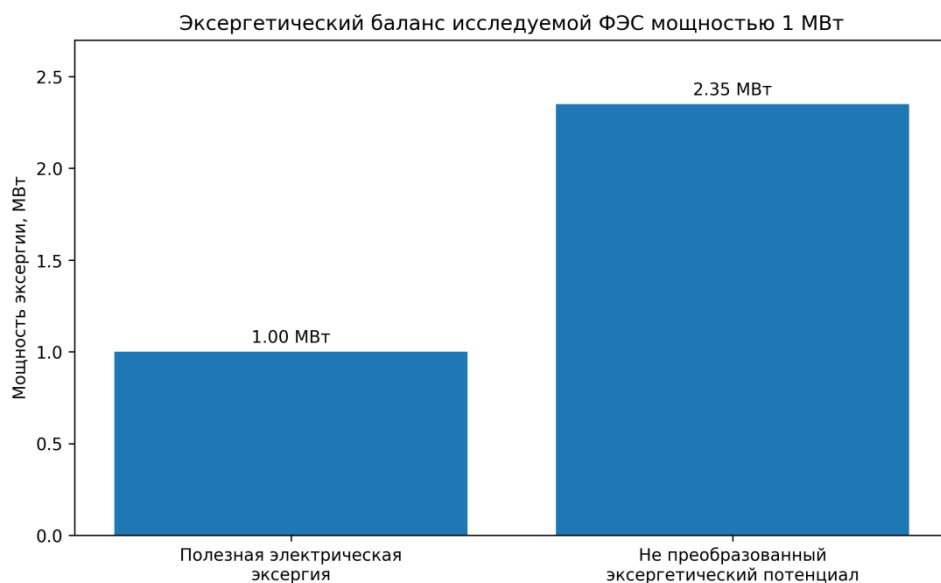


Рисунок 1 – Эксергетический баланс фотоэлектрической станции: полезная электрическая эксергия (1 МВт) и не преобразованный потенциал (~2,35 МВт).²

Сравнение основных показателей эффективности станции представлено на Рис. 2. Бифасиальные модули с высоким энергетическим КПД 23,7 % и инвертор с КПД 98,6 % обеспечивают номинальный выход 1 МВт. Но учет эксергии показывает расчетную долю использования эксергетического потенциала солнечного ресурса (~29,9 %)

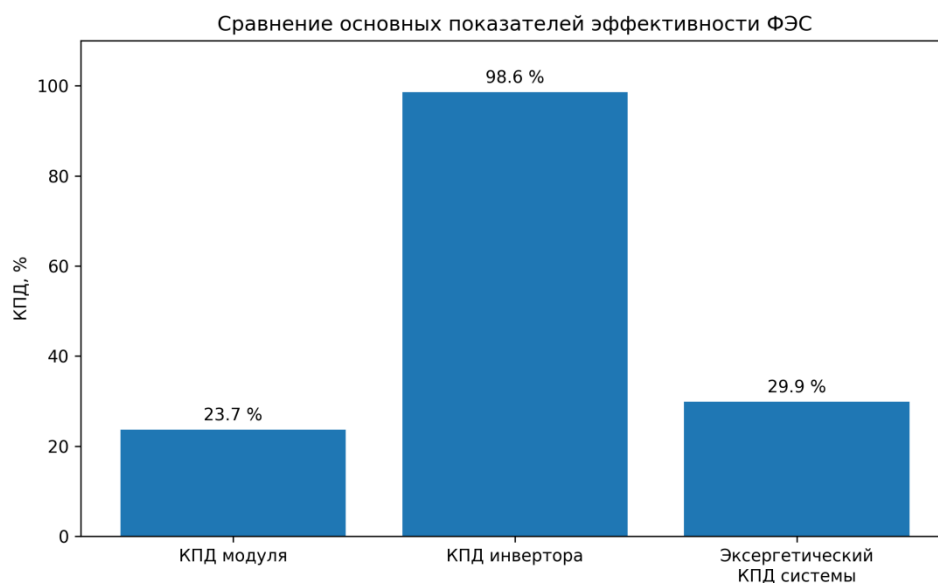


Рисунок 2 – Сравнение ключевых показателей: КПД модуля 23,7 %, КПД инвертора 98,6 %, расчетный эксергетический КПД станции ~29,9 %.³

Традиционный энергетический анализ дает данные о выработке (КПД модуля, выходная мощность) и используется в энергоаудите. Эксергетический подход дополняет его оценкой «качества» потока и выявлением необратимых потерь. В Табл. 2 указано сравнение методов.

² Источник: расчёты авторов.

³ Источник: расчёты авторов.

Таблица 2 – Сравнение энергетического и эксергетического анализа⁴

Показатель	Энергетический анализ	Эксергетический анализ
Учет выработанной энергии	✓	✓
Оценка энергетического КПД	✓	✓
Оценка качества энергетического потока	—	✓
Определение необратимых потерь	частично	✓
Учёт температурного фактора	частично	✓
Выявление резервов эффективности	ограничено	✓
Диагностика причин снижения выхода	частично	✓

Эксергетический анализ позволяет при энергоаудите выявлять участки системы с повышенными потерями. Например, при снижении выработки относительно типичных значений данный подход помогает определить возможные причины отклонений, связанные с температурным режимом, загрязнением модулей или отклонением режима работы инвертора от оптимальных параметров. Это расширяет возможности технической диагностики и способствует более обоснованному планированию мероприятий по повышению эффективности работы станции.

Экологические преимущества

Размещение станции на неорошаемых землях по периметру сада имеет важные экологические и экономические преимущества. Во-первых, не выводится из оборота продуктивные сельскохозяйственные земли. Плодородные участки яблоневого сада продолжают давать урожай, что важно для сохранения агроландшафта региона. Во-вторых, выработка солнечной энергии не сопровождается выбросами CO₂ и загрязняющих веществ. Для выработки ~1,7–1,9 млн кВт·ч/год на основе дизельной генерации это сокращает выбросы углекислого газа на 800–1000 тCO₂/год. Кроме того, интеграция ФЭС в сельскохозяйственный объект способствует комбинированию использования земли: тень от панелей может защищать почву от перегрева, а сами панели получают отраженное излучение от плодородного грунта. Общая экологическая выгода проекта заключается в поддержке устойчивого развития: энергогенерация с минимальными выбросами при сохранении сельскохозяйственной функции территории.

Практическое применение результатов

Результаты исследования полезны при проведении энергоаудита действующих солнечных электростанций. Предлагаемый подход включает регулярный контроль следующих параметров: реальной выработки, интенсивности солнечной радиации, температуры воздуха и модулей, КПД инверторов, токов/напряжений цепей, состояния панелей (загрязнение, тепловые аномалии). Сравнение этих данных с расчетными позволяет выявить факторы снижения эффективности (см. Табл. 3).

Таблица 3 – Параметры для энергоаудита ФЭС⁵

№	Параметр	Периодичность	Задача контроля
1	Ежедневная/месячная выработка энергии	Ежедневно/ежемесячно	Оценка фактической генерации
2	Инсоляция (солнечная радиация)	Непрерывно	Сопоставление ресурса и выработки
3	Температура воздуха	Непрерывно	Анализ температурного воздействия
4	Температура модулей	Периодически	Выявление перегрева и потерь
5	КПД инверторов	Ежедневно	Контроль процесса DC→AC
6	Напряжение/ток в DC-цепях	Периодически	Диагностика электрических потерь
7	Состояние поверхности модулей	Периодически	Оценка влияния загрязнения

⁴ Источник: составлено авторами на основе [1–6].

⁵ Источник: составлено авторами



№	Параметр	Периодичность	Задача контроля
8	Тепловизионная карта модулей	Периодически	Локализация дефектов и перегрева
9	Эксергетический КПД	По мониторингу	Оценка качества преобразования
10	Отклонение фактической выработки	Ежемесячно/сезонно	Выявление снижения эффективности

Примечание: сопоставляя характеристики (1–8) можно вычислять текущие энергетический и эксергетический КПД станции. Отклонения от нормативных значений (расчетных) укажут причины: например, загрязненные панели или перегрев (пункты 4,7,8) или неисправность оборудования (5,6).

Научная новизна исследования

Научная новизна состоит в применении эксергетического анализа к реальному промышленному объекту — ФЭС 1 МВт по периметру сада на неорошаемых землях. В отличие от теоретических работ, здесь учтены геоинженерные особенности проекта. Показано, что комбинированный учет энергетических и эксергетических показателей позволяет более полно оценивать эффективность действующих станций и определять приоритетные направления улучшений. Практическая ценность заключается в применимости подхода при энергоаудите: предлагается конкретный набор контролируемых параметров и методика расчета, что будет полезно при обследовании аналогичных объектов и оптимизации их работы.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Выполнена эксергетическая оценка фотоэлектрической станции 1 МВт в Ташкентской области. Рассчитаны энергия и эксергия солнечного потока (3,59 МВт и ~3,35 МВт соответственно) и эксергетический КПД станции (~29,9 % при расчетном режиме). Выявлено, что существенные эксергетические потери связаны с нагревом модулей, внутренними потерями полупроводников, отражением, преобразованием в инверторах и электрическими сопротивлениями. Установлено, что бифасиальные модули и высокоэффективные инверторы повышают общий выход, при этом значительная часть эксергетического потенциала остаётся неиспользованной.

Показано, что эксергетический подход дополняет традиционный анализ и позволяет глубже понять причины потерь. Сформулирована рекомендация по регулярному учету эксергетических показателей при энергоаудите ФЭС. Особенностью проекта является размещение станции на неорошаемых землях вокруг сада, что способствует сохранению сельскохозяйственных угодий и соответствует принципам устойчивого развития. Рекомендуется использование результатов при проектировании и эксплуатации солнечных станций в аграрных регионах.

Список использованной литературы

1. Petela, R. Exergy of undiluted thermal radiation / R. Petela // Solar Energy. – 2003. – Vol. 74, No. 6. – P. 469–488. – DOI: 10.1016/S0038-092X(03)00226-3. – URL: [https://doi.org/10.1016/S0038-092X\(03\)00226-3](https://doi.org/10.1016/S0038-092X(03)00226-3) (дата обращения: 19.09.2026).
2. Sahin, A. D. Thermodynamic analysis of solar photovoltaic cell systems / A. D. Sahin, I. Dincer, M. A. Rosen // Solar Energy Materials and Solar Cells. – 2007. – Vol. 91, No. 2–3. – P. 153–159. – DOI: 10.1016/j.solmat.2006.07.015. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2006.07.015> (дата обращения: 19.09.2026).
3. Sarhaddi, F. Exergetic optimization of a solar photovoltaic array / F. Sarhaddi, S. Farahat, H. Ajam, A. Behzadmehr // Journal of Thermodynamics. – 2009. – Article ID 313561. – DOI: 10.1155/2009/313561. – URL: <https://doi.org/10.1155/2009/313561> (дата обращения: 19.09.2026).
4. Sarhaddi, F. Exergy efficiency of a solar photovoltaic array based on exergy destructions / F. Sarhaddi, S. Farahat, H. Ajam, A. Behzadmehr // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy. – 2010. – Vol. 224, No. 6. – P. 813–825. – DOI: 10.1243/09576509JPE890. – URL: <https://doi.org/10.1243/09576509JPE890> (дата обращения: 19.09.2026).
5. Sudhakar, K. Energy and exergy analysis of 36 W solar photovoltaic module / K. Sudhakar, T. Srivastava // International Journal of Ambient Energy. – 2014. – Vol. 35, No. 1. – P. 51–57. – DOI: 10.1080/01430750.2013.770799. – URL: <https://doi.org/10.1080/01430750.2013.770799> (дата обращения: 19.09.2026).
6. Skoplaki, E. On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance: A review of efficiency/power correlations / E. Skoplaki, J. A. Palyvos // Solar Energy. – 2009. – Vol. 83, No. 5. – P. 614–624. – DOI: 10.1016/j.solener.2008.10.008. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2008.10.008> (дата обращения: 19.09.2026).
7. Liang, T. S. A review of crystalline silicon bifacial photovoltaic performance characterisation and simulation / T. S. Liang, M. Praveetoni, C. Deline, J. S. Stein, R. Kopecek, J. P. Singh, W. Luo, Y. Wang, A. G. Aberle, Y. S. Khoo //



- Energy & Environmental Science. – 2019. – Vol. 12. – P. 116–148. – DOI: 10.1039/C8EE02184H. – URL: <https://doi.org/10.1039/C8EE02184H> (дата обращения: 19.09.2026).
8. Kopecek, R. Bifacial Photovoltaics 2021: Status, Opportunities and Challenges / R. Kopecek, J. Libal // Energies. – 2021. – Vol. 14, No. 8. – Art. 2076. – DOI: 10.3390/en14082076. – URL: <https://doi.org/10.3390/en14082076> (дата обращения: 19.09.2026).
 9. Garrod, A. A review of bifacial solar photovoltaic applications / A. Garrod, A. Ghosh // Frontiers of Energy. – 2023. – Vol. 17. – P. 704–726. – DOI: 10.1007/s11708-023-0903-7. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11708-023-0903-7> (дата обращения: 19.09.2026).
 10. Bhandari, K. P. Energy payback time (EPBT) and energy return on energy invested (EROI) of solar photovoltaic systems: A systematic review and meta-analysis / K. P. Bhandari, J. M. Collier, R. J. Ellingson, D. S. Apul // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2015. – Vol. 47. – P. 133–141. – DOI: 10.1016/j.rser.2015.02.057. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.02.057> (дата обращения: 19.09.2026).

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: Iskandar Islomov

2026

© 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