

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

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

No3

2026
MART



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, 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 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)

Sharipov Botirali Roxataliyevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, professor

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

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

KORXONALARDA ICHKI AUDIT TIZIMINING BOSHQARUV QARORLARI QABUL QILISHDAGI O'RNI	24
Mexmonaliyev Ulug'bek Erkinjon o'g'li	
FISKAL SIYOSAT SAMARADORLIGI VA SOLIQ TUSHUMLARI DINAMIKASI: O'ZBEKISTON MISOLIDA ILMIY TAHLIL	30
Abduraimova Nigora Abdugapparovna	
YASHIRIN IQTISODIYOTNI KELITIRIB CHIQUARUVCHI ASOSIY OMILLAR HAMDA IQTISODIYOTGA TA'SIRI	37
Toxtabayev Oybek Odilovich	
QISHLOQ XO'JALIGI OZIQ-OVQAT SANOATI KORXONALARIDA ZAMONAVIY BOSHQARUV	42
Rasulova Muxabbat Teshabayevna, Normurodov Sarvar Norboy o'g'li	
O'ZBEKISTON GLOBAL-IQTISODIY RAQOBATBARDOSHLIGINI OSHIRISHDA RAQAMLI IQTISODIYOTNING O'RNI	48
Kuvatova Oliya Sheraliyevna	
QURILISH SANOATIDA KICHIK BIZNES SUBYEKTLARINING IQTISODIY MOHIYATI VA ULARNI KAPITAL BOZORI INSTRUMENTLARI ORQALI MOLİYALASHTIRISH IMKONIYATLARI.....	54
Igitov Jurabek Kuzibekovich	
IQTISODIY ISLOHOTLAR DAVRIDA TIJORAT BANKLARINING INVESTITSIYA FAOLIYATINI RIVOJLANTIRISHNING OMILLARI	61
Yangiboyev F.B.	
TIJORAT BANKLARIDA MUAMMOLI KREDITLARNI ERTA ANIQLASH VA BOSHQARISHNING INTEGRATSIYALASHGAN RISK-INDEKS MODELİ	68
Kalandarov Abdulla Baxtiyorovich, Rajabov Shoxrux Suvon o'g'li	
RUX VA QO'RG'OSHINNI SELEKTIV AJRATIB OLISHNI KOMBINATSIYALASH TEXNOLOGIYASI VA NAZARIYASI.....	74
Eshonqulov Uchqun Xudaynazar o'g'li, Haqberdiyev Dilshod Qodir o'g'li	
UY-JOY QURILISHI HAJMINI UZOQ MUDDATLI PROGNOZLASHDA EKONOMETRIK MODELLASHTIRISH USULLARINI TAKOMILLASHTIRISH	81
Qidirniyazov Ajiniyaz Sherniyazovich	
O'ZBEKISTONDA BOG'DORCHILIKNI RIVOJLANTIRISHDA IQLIM VA TABIIY OFATLAR NATIJASIDA YETKAZILDAN TALOFATLARNI DAVLAT TOMONIDAN KOMPENSATSIYA QILISH MEKANIZMI.....	85
Sattorov Orifjon Boymurodovich	
AHOLI MOLİYAVIY SAVODXONLIGINI OSHIRISH ORQALI YASHIRIN IQTISODIYOTNI QISQARTIRISH MEKANIZMLARI.....	90
Abdug'aniyev Uchqun Habibulla o'g'li	
O'ZBEKISTON QURILISH SANOATIDA KICHIK BIZNES SUBYEKTLARINING RIVOJLANISH DINAMIKASI VA TENDENSIYALARI	96
Musaeva Aynura Abayxolievna	
THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF SOCIAL INFRASTRUCTURE TRANSFORMATION IN THE CONTEMPORARY ENVIRONMENT.....	104
Normurodov Khusan Eshmakmatovich	
AKSIYADORLIK JAMIYATLARINING INVESTITSION FAOLLIGINI BAHOLASH YO'LLARI	108
Begamov S.X.	
DEBITORLIK QARZLARINING STRATEGIK BOSHQARUV HISOBINI TASHKIL QILISH YO'NALISHLARI	112
Normatova Gulmira Xayrullaevna	



SOLIQLARNI PROGNOZLASH METODOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH AMALIYOTI TAHLILI.....	118
Ergashov Jamshid Ashurovich	
MEHNAT XARAJATLARI HISOB: NAZARIY ASOSLAR, USULLAR VA BOSHQARUVDA AHAMIYATI.....	126
Tulyaganov Abdumalik Abdiraximovich	
KORPORATIV XIZMATLARNING BANK FOYDASIGA TA'SIRI: KOMISSION VA FOIZLI DAROMADLAR TAHLILI	131
Qurbonov Abror Abdullayevich	
TIJORAT BANKLARIDA MUAMMOLI KREDITLARNI BOSHQARISH TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISHNING INSTITUTSIONAL VA TASHKILY MEXANIZMLARI	136
Djamalov G'ofir Oribjanovich	
OCHIQLIK INDEKSI VA KORRUPSIYAGA QARSHI KURASH SAMARADORLIGI: O'ZBEKISTON TAJRIBASINING INSTITUTSIONAL TAHLILI	144
Dilshod Pulatov, Uchqun Abdug'aniyev	
DUNYO SUG'URTA KOMPANIYALARINING MOLIVAVIY HOLATI VA NATIJALARI TAHLILI	153
Alimov Baxodir Batirovich	
QISHLOQ HUDUDLARIDA XIZMAT KO'RSATISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH IMKONIYATLARI.....	160
Yuldashova Nilufar Ziyabayevna	
QURILISH TASHKILOTLARIDA BOSHQARUV SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING INNOVATSION USULLARI	164
Muxibova Guli Yarkinovna, Sharifxodjayeva Odina Ulug'bek qizi	
AXBOROT-RESURS MARKAZLARINING TA'LIM JARAYONIGA TA'SIRINI BAHOLASH	168
Pirmedova Xayitgul Muxammedovna	
IJTIMOY HIMOYA QAMROVINI KENGAYTIRISH MEXANIZMLARI: XALQARO TAJRIBA VA INSTITUSIONAL YONDASHUVLAR	173
Bafoyev Farrux Jo'raqulovich	
KORXONALARDA AI-DRIVEN "DECISION SUPPORT SYSTEMS" (DSS)NI JORIY ETISHNING KONSEPTUAL ASOSLARI	181
Mardanov Ra'no	
STRENGTHENING THE FINANCING OF FAMILY-OWNED ENTERPRISES IN UZBEKISTAN THROUGH BANK CREDIT	186
Baymurotova Zina Aqilbekovna, Ibadullaeva Asal Ulugbek qizi	
SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA DAVLAT BOSHQARUV TIZIMLARINI RAQAMLASHTIRISH	192
Aytmuratov Qutlimurat Jalgasovich	
ATTRACTING INVESTMENTS FROM FINANCIAL MARKETS AND FACTORS INFLUENCING THE INCREASE OF THEIR ATTRACTIVENESS	196
Kholov Sherali Akhrorboyevich	
MARKAZIY OSIYODA TRANSCHEGARAVIY SUV RESURSLARINI BOSHQARISH VA ADOLATLI TAQSIMLASHNING NAZARIY-HUQUQIY ASOSLARI.....	200
Matkarimov Mansur	
XALQARO XIZMATLAR SAVDOSIDA TIBBIY TURIZMNING IQTISODIY AHAMIYATI.....	206
Farxodova Shohnova Umidbek qizi	
BANK XIZMATLARI SIFATINI BAHOLASHNING KO'P OMILLI INDIKATORLARI TIZIMI	213
Ibroximov Iloxomjon Shavkatjon o'g'li	
SANOAT KORXONALARINI IQTISODIY FAOLIYATINI OPTIMALLASHTIRISH YO'LLARI	219
Tillayeva Barno Ramiziddinova	
NOTIJORAT TASHKILOTLAR FAOLIYATIDA AUDITORLIK TEKSHIRUVI VA AUDITORLIK HISOBOTLARINING O'ZIGA XOSLIGI	224
Xolmizayev Ulug'bek Abdulazizovich, Ubaydullayev Toxirjon Abdullajanovich	



ЦИФРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ РЕИНТЕГРАЦИИ ВОЗВРАЩАЮЩИХСЯ ТРУДОВЫХ МИГРАНТОВ: МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРАКТИКА И ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ КЫРГЫЗСТАНА.....	230
<i>Амантурова Дилбара Кыдыкбековна</i>	
РОЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ЛЕКСИКИ В ЯЗЫКОВОЙ ПОДГОТОВКЕ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ.....	237
<i>Асрарова М.У.</i>	
О СКОРИНГОВЫХ МЕТОДАХ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ДОХОДНОСТИ АКЦИЙ УЗБЕКСКИХ ЭМИТЕНТОВ.....	242
<i>Ирмухамедова Муслима Дилшодовна</i>	
UY-JOY QURILISHIDA ESKROU MEXANIZMLARINI JORIY ETISH ORQALI INVESTITSION XAVFSIZLIK VA MOLIVAVIY SHAFFOFLIKNI TA'MINLASH	247
<i>Karimov Inomjon Ortikbaevich</i>	
YASHIL IQTISODIYOT SHAROITIDA KICHIK BIZNESNING RAQOBATBARDOSHLIGINI OSHIRISH MASALALARI	254
<i>Kamoliddinov Ilhomjon Muxammadjonovich, Kobilov Murod Vakkosovich</i>	
TIJORAT BANKLARI RAQOBATBARDOSHLIGINING MOLIVAVIY BARQARORLIK KO'RSATKICHLARIGA TA'SIRINI BAHOLASH.....	259
<i>Axmedov Toxirjon Xasanjon o'g'li</i>	
SANOAT KORXONALARI IQTISODIY XAVFSIZLIGINI TA'MINLASHDA ENERGETIKA VA ISHLAB CHIQARISH SALOHİYATINING ROLI	264
<i>Tursunxo'jayev Sardor Jamoliddin o'g'li</i>	
TIJORAT BANKLARIDA KOMPLAENS-NAZORAT TIZIMI ORQALI RISKLARNI SAMARALI BOSHQARISH	270
<i>Fayziyev Sherzod Djunaydilloyevich</i>	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ БАНКОВСКИМИ РИСКАМИ И СТРАХОВАНИЯ ФИНАНСОВЫХ ОПЕРАЦИЙ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ДИСТАНЦИОННОГО БАНКИНГА В ХОРЕЗМСКОЙ ОБЛАСТИ.....	275
<i>Бахтиёров Худайберган Хамдам угли</i>	
DOIMIY BO'LMAGAN KUCH TA'SIRIDA DEFORMATSIYALANUVCHAN STANDART CHIZIQLI QATTIQ MODEL ISHLAB CHIQISH VA SONLI TAHLIL QILISH.....	282
<i>Ahmadov Ilhom Aktam o'g'li, Isomova Sabohat Islom qizi</i>	
YOUTH ENTREPRENEURSHIP AS A FACTOR OF STRUCTURAL ECONOMIC TRANSFORMATION IN UZBEKISTAN.....	290
<i>Isakjanova Saboxat Muhamedovna</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ САМОВОЗБУЖДЕНИЕ НЕЯВНОПОЛЮСНОГО СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ	298
<i>Пирматов Нурали Бердиёрович, Бекишев Аллаберген Ергашевич, Бердиёров Улугбек Нурали угли, Бердиёров Улмасбек Нурали угли</i>	
YURTIMIZDAGI EKOLOGIK SOF YOG'OCH MATERIALLARIDAN TAYYORLANGAN ORAYOMA KONSTRUKSIYALARINING CHO'ZILISHGA QARSHILIGI	305
<i>Yunusaliyev Elmurod Muhammadyaqubovich, Toshpulatov Ilhomjon Baxtiyorovich</i>	
AYDAR-ARNASOY KO'LLAR TIZIMINING SHAKLLANISH BOSQICHLARI VA ZAMONAVIY EKOLOGIK MUAMMOLARI	311
<i>Aminov Hamza Husanovich, Madrimov Rajabboy Masharipovich, Xamdullayeva Aziza Baxtiyor qizi</i>	
EXPLAINABLE AI YORDAMIDA SOC UCHUN TUSHUNTIRILADIGAN KIBERXAVF ANIQLASH TIZIMINI ISHLAB CHIQISH	318
<i>N.N. Jo'rayev, A.Sh. Juraboyev</i>	
QUYOSH FOTOELEKTRIK MODULLARINI SUV YORDAMIDA TOZALASH VA SOVITISH USULLARI TAHLILI	324
<i>Ibragimov Umidjon Hikmatullayevich, Qodirov Jobir Ro'zimatovich, Izomov Shahzod Niyoz o'g'li, To'yumurodov Quvonchbek Sherzod o'g'li</i>	



RAQAMLI TEKNOLOGIYALARNING QURILISH SOHASIGA INTEGRATSIYASI: ILG'OR XALQARO TAJRIBA	332
Fayziyeva Gulnoza Abdurahmonovna	
ФАКТОРЫ НАЛОГОВОЙ КУЛЬТУРЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СОБИРАЕМОСТЬ НАЛОГОВ: СОЦИОЛОГИЧЕСКИЙ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ	339
Хакимова Ситора Ильёсжон кизи, Муталова Дилором Махамаджановна	
ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ЭКСПЕРТНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ	345
Л.А. Кадырова, Б. Н. Эгамов	
ЎЗБЕКИСТОН RESPUBLIKASIDA SUG'URTA BOZORINING TUZILISHI TAHLILI	350
G'ozdiyeva Aziza Abdusalomovna	
MINTAQALARDA INNOVATSION FAOLIYATNI MOLİYALASHTIRISH MANBALARINI DIVERSIFIKATSIYA QILISH MASALALARI	358
Xamrayev Quvvat Iskandarovich	
KONTEYNERLI TASHUVLARNING JORIY HOLATI, MAVJUD MUAMMOLAR VA RIVOJLANTIRISH ISTIQBOLLARI	366
Samatov G'affor Alloqulovich, Xolmatov Bekzod Nurmatovich, Toxirov Maxmudjon Murodjon o'g'li, Absattarov Isomiddin Xotam o'g'li	
KICHIK BIZNES KORXONALARIDA ISHLAB CHIQRISH OMILLARI BO'YICHA NOMUVOFIQLIKNI ANIQLASH VA BARTARAF ETISH MEXANIZMI	381
Kaypnazarova Gulshad Xojamuratovna	
TASHQI SAVDO BALANSINI MUVOZANATLASHTIRISH: NAZARIY VA AMALIY JIHATLAR	386
Rahimov Eshmurod Normurodovich, Misliddinov Ikromjon Kamoliddin o'g'li	
SIFATLI TIBBIY XIZMAT KO'RSATISH VA AHOLIGA QAMROVNI TA'MINLASHDA BOSHQARUV QARORLARINING AHAMIYATI	391
Satvoldiyev Ulugbek Kamilovich	
SUN'IY INTELLEKT TIZIMLARIDA GIPERPARAMETRLARNI MATEMATIK OPTIMALLASHTIRISH USULLARI	396
Husan Arziqulov Normurod o'g'li	
ENHANCING THE SERVICE SECTOR AS A MEANS OF CREATING EMPLOYMENT IN TOURISM INFRASTRUCTURE	401
Zarikeev Rasul Polatovich	
EXPANDING BANK CREDIT OPPORTUNITIES FOR FAMILY-OWNED ENTERPRISES IN UZBEKISTAN	406
Isakov Janabay Yakipbaevich	
BANKS' BROKERAGE AND ADVISORY SERVICES IN FACILITATING SECURITIES TRANSACTIONS AND IMPROVING MARKET LIQUIDITY	412
Isakov Isobek Janabay uli	
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ МЕХАНИЗМОВ ФИНАНСИРОВАНИЯ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ	416
Ибрагимов Мансур Ахметович	
ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОВАЙДЕРОВ В УСЛОВИЯХ ПОСТРОЕНИЯ НОВЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТАВОК	421
Маннапова Феруза Фахриддин кизи	
ЎЗБЕКИСТОН RESPUBLIKASIDA ISLOM MOLİYASINI HUQUQIY TARTIBGA SOLISH VA INSTITUSIONAL ASOSLARINI TAKOMILLASHTIRISH MASALALARI	428
Isroilov Obid Olimjonovich	
OZIQ-OVQAT BOZORI KON'YUNKTURASINI BAHOLASHDA KO'P OMILLI REGRESSIYA MODELINING SAMARADORLIGI	433
Abduraxmonov Adxamjon Sultonboyevich	



AHOLI TURMUSH TARZINI YAXSHILASHNING ISTIQBOLLARI.....	438
Djuraeva Didora Sobirjonovna	
ZAMONAVIY MOLIVAVIY INFRATUZILMANING INSTITUSIONAL ASOSLARI: TO'LOV TIZIMLARI NAZARIYASI VA O'ZBEKISTON AMALIYOTI	441
Toshniyozov Sherali Kamoliddinovich	
XIZMAT KO'RSATISH KORXONALARIDA RAQAMLI MENEJMENT VA SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA STRATEGIK BOSHQARUVNI TAKOMILLASHTIRISH	449
Zayavitdinova Nafisa Muxammadovna	
CORPORATE GOVERNANCE, FDI, AND URBANIZATION IN THE GREEN ECONOMIC TRANSFORMATION OF UZBEKISTAN	454
Ablaeva Valentina	
FEMALE ENTREPRENEURSHIP AND MICRO-ENTERPRISE DEVELOPMENT	460
Dilafuz Kuchkorova	
LEGIRLANGAN PO'LATLARDAN TAYYORLANGAN PROKATLASH JO'VALARINI CHIDAMLILIGINI OSHIRISH UCHUN TERMIK PUXTALASH TEXNOLOGIYALARINI TAKOMILLASHTIRISH.....	466
Saydumarov Botir Muradovich, Berdiyev Darob Murotovich, Tashmatov Ravshan Qobilovich	
SHAMOL TURBINASINING IKKI TOMONLAMA TA'MINLANADIGAN ASINXRON GENERATORI O'TKINCHI JARAYONLARINING TAHLILI	471
Bekishev Allabergen Yergashevich, Kurbonov Najmiddin Abduxamidovich, Yunusov Obidxon Abdivait o'g'li, Jo'rayev Doston Majid o'g'li	
TIJORAT BANKLAR FAOLIYATI SAMARADORLIGINI OSHIRISHGA TA'SIR QILUVCHI OMILLAR TAHLILI.....	479
Babaxanova Dildora Rustamovna	
RAQOBAT USTUNLIGIGA ERISHISHDA ZAMONAVIY MARKETING TEXNOLOGIYALARINI QO'LLASH	485
Meliqulov Abdulhalil Norinovich	
JAMOAT AHAMIYATIGA EGA TASHKILOTLAR TOIFASIGA KIRITISH MEZONLARI, ULARNING MOLIVAVIY HISOBOTLARI VA AUDITIGA QO'YILADIGAN TALABLAR.....	490
Shodiyev Murodjon Bakirovich	
EFFICIENCY OF IMPROVING THE IT SERVICES EXPORT	494
Uzakov Ortik Shaymardanovich	
CHORVACHILIKDA ILK VETERINARIYA XIZMATI TARIXI: QADIMGI O'ZBEKISTON MISOLIDA.....	499
Sayfudinova Djamila Badridinovna	
AHOLINI IJTIMOYIY HIMOYALASH TIZIMINI BOSHQARISHGA BAG'ISHLANGAN DASTLABKI ILMIY QARASHLARNING SHAKLLANISHI VA ULARNING TAHLILI	503
Xamroyev Anvar Ashurovich	
AHOLINING MOLIVAVIY SAVODXONLIGINI RIVOJLANTIRISH OMILLARI HAMDA MOLIVAVIY TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISHNING IQTISODIY AFZALLIKLARI.....	508
A.A.Abduvoxidov	
NODAVLAT OLIY TA'LIM MUASSASALARINING MOLIVAVIY HOLATINI KOMPLEKS BAHOLASH VA IQTISODIY SAMARADORLIGINI TAHLIL QILISH	518
Turmanqulov Norpo'lat Sa'dullayevich	
PERFORMANCE APPRAISAL FAIRNESS AND EMPLOYEE OUTCOMES IN UZBEKISTAN'S EDUCATIONAL INSTITUTIONS: A QUANTITATIVE INVESTIGATION	525
Farida Nishanova	
SANOAT KORXONALARIDA SIFAT BOSHQARUVI TIZIMLARINING ISHLAB CHIQARISH JARAYONIGA TA'SIRI	535
O'.M. Baytanov	



DIGITAL METHODS FOR MONITORING HAND HYGIENE AND AUTOMATIC NAIL SEGMENTATION USING COMPUTER VISION TECHNOLOGIES	540
Shavkat Shukhratovich Azimov, Temurbek Zokir Ugli Daminov, Durdona Nurjonovna Rasulova, Dilorom Umrzakovna Nalibaeva	
MATLAB-BASED OPTIMIZATION OF METHANE FEED INTAKE IN A GTL PLANT FOR SYNTHETIC FUEL PRODUCTION.....	545
U.T. Beshimov, U.R. Azamatov, A.G. Makhsumov, E.E. Mashaev	
НЕОБХОДИМОСТЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ИНВЕСТИЦИОННОГО ВЛОЖЕНИЯ В СОЦИАЛЬНО-ЗНАЧИМЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	554
Зайналов Ж.Р. , Абдуллаева С.Ш., Нурмухамедов А.М.	
INFORMATIKA FANINI O'QITISHDA ONLAYN TEST VA AVTOMATIK BAHOLASH TIZIMLARI: INNOVATION METODLAR, ZAMONAVIY YONDASHUVLAR VA DOLZARB MUAMMOLAR TAHLILI	561
Nasriddinov Zaynoddin Xusniddin o'g'li, Sayidov Nozimjon Abdunosirovich	
SERVOMOTORLARNING XARAKTERISTIKALARI	565
Pirmatov Nurali Berdiyarovich, Egamov Akmal Mamarasulovich, Mamarasulov Nodir Akmal o'g'li	
XIZMAT KO'RSATISH SOHASINI BOSHQARISHNING TASHKILIIY-IQTISODIY MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH.....	572
O'rinov Komiljon Kozimovich	
MAISHIY XIZMAT KO'RSATISHDA SIFAT NAZORATINI OSHIRISHNI RAQAMLASHTIRISH YO'LLARI.....	576
Meliyev X.T.	
INVESTIGATION OF THE EFFICIENCY OF FATS AND OILS REMOVAL FROM WASTEWATER GENERATED BY PUBLIC CATERING ENTERPRISES	585
Durdona Obutjonova, Xayrullo Ibroximov, Ahmadjon Ibadullaev, Umar Chorshanbiev, Babaev Askar	
INSON KAPITALINING IQTISODIY MAZMUNI, UNI MOLIALASHTIRISH MEXANIZMLARI VA O'ZBEKISTONDA RIVOJLANTIRISH ISTIQBOLLARI	591
Ismailova Gulruh Faxriddinovna	
HUDUDLARDA MOLIAVIY INKLYUZIVLIKNI RIVOJLANTIRISH VA AHOLINING MOLIAVIY SAVODXONLIGINI OSHIRISH MUAMMOLARI.....	596
Azlarova Mushtariybegim Abror qizi	
NORASMIY BANDLIK VA DAROMADLARNI SOLIQQA TORTISHDA SOLIQ IMTIYOZLARIDAN FOYDALANISH TAHLILI	600
Bozorova Ozoda Raximovna	
DAVLAT KORXONALARINI OMMAVIY JOYLASHTIRISH (IPO) ORQALI XUSUSIYLASHTIRISHNING DOLZARB MASALALARI VA ULARNI TAKOMILLASHTIRISH YO'NALISHLARI ("UZAUTO MOTORS" VA "O'ZBEKTELEKOM" AJ MISOLIDA).....	605
Razikov Ulug'bek Zaripovich	
QURILISHDA INNOVATION FAOLIYAT TUSHUNCHASI VA TURLARI	611
B.K.Abdusamatov, I.A.Yusupov	
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ ПЕСКОВ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС ВДОЛЬ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ	615
Лесов Кувандык Сагинович, Хуршида Абдимуминовна	
SURXONDARYO VILOYATI TUMANLARIDA INVESTITSIIYA MUHITINI YAXSHILASH OMILLARI.....	621
Qosimova Nodira Saidovna	
QISHLOQ XO'JALIGI ISHLAB CHIQARISH XARAJATLARINI OPTIMALLASHTIRISH VA RENTABELLIKNI OSHIRISH STRATEGIYALARI (ANDIJON VILOYATI MISOLIDA)	627
Sanjarbek Sotvoldiyev Dilshodbek o'g'li, Qodirov Zohidjon Eraliyevich	



YIRIK KORXONALARDA SOLIQ NAZORATI TEKSHIRUVLARIGA OID ILMIY TALQINLARNING TAHLILI.....	632
Qo'shaqov Asrorjon Nematjonovich	
QUYOSH ISSIQXONALARIDA QUYOSH ENERGETIK QURILMALARIDAN FOYDALANISH USULLARI VA TEXNIK YECHIMLARI	640
Komilova Nodira Abdirahmon qizi	



QUYOSH ISSIQXONALARIDA QUYOSH ENERGETIK QURILMALARIDAN FOYDALANISH USULLARI VA TEXNIK YECHIMLARI

Komilova Nodira Abdirahmon qizi

Buxoro davlat universiteti

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

Email: baxti7222@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada quyosh issiqxonalarida quyosh energetik qurilmalaridan foydalanish usullari va texnik yechimlari ilmiy jihatdan keng tahlil qilinadi. Issiqxona xo'jaliklarida umumiy energiya sarfining 60–70% qismi isitish tizimlariga to'g'ri kelishi sababli qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish masalasi dolzarb ilmiy-amaliy muammo hisoblanadi. Tadqiqot davomida quyosh fotoelektrik (PV) panellari, quyosh issiqlik kollektorlari (yassi va vakuumli), fotoelektrik-issiqlik (PV/T) qurilmalari, issiqlik akkumulyatsiya tizimlari hamda biogaz qurilmalari asosida ishlovchi kombinatsiyalashgan energiya tizimlari o'rganildi. Issiqxona energetik tizimining energiya balansi matematik modellashtirilib, turli tashqi omillarning tizim samaradorligiga ta'siri tahlil qilindi. Jahon tajribasi — Xitoy, Niderlandiya, Turkiya, Ispaniya va Isroil namunalari ko'rib chiqildi. Tadqiqot natijalari quyosh energetik qurilmalarini kompleks qo'llash issiqxona energiya sarfini 35–50% gacha kamaytirish, CO₂ emissiyasini yillik 60–80 tonna qisqartirish va iqtisodiy qaytish muddatini 4–6 yilga yetkazish imkonini berishini ko'rsatdi. O'zbekiston sharoitida ushbu texnologiyalarni keng joriy etish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi.

Kalit so'zlar: quyosh issiqxonasi, qayta tiklanadigan energiya, quyosh kollektorlar, fotoelektrik modullar, PV/T qurilma, issiqlik akkumulyatsiyasi, energiya samaradorligi, biogaz qurilmasi, issiqxona energetikasi, mikroiqlim boshqaruvi.

Abstract. This article scientifically and comprehensively analyzes the methods and technical solutions for using solar energy devices in solar greenhouses. Since 60–70% of total energy consumption in greenhouse farms is accounted for by heating systems, the use of renewable energy sources is an urgent scientific and practical issue. During the study, combined energy systems based on solar photovoltaic (PV) panels, solar thermal collectors (flat-plate and vacuum), photovoltaic-thermal (PV/T) devices, heat accumulation systems and biogas plants were studied. The energy balance of the greenhouse energy system was mathematically modeled. Results showed that the integrated use of solar energy devices can reduce greenhouse energy consumption by 35–50%, reduce CO₂ emissions by 60–80 tonnes annually, and achieve a payback period of 4–6 years.

Keywords: solar greenhouse, renewable energy, solar collectors, photovoltaic modules, PV/T device, heat storage, energy efficiency, biogas plant, greenhouse energy.

Аннотация. В данной статье с научной точки зрения широко анализируются методы и технические решения по использованию солнечных энергетических установок в солнечных теплицах. Поскольку 60–70% общего потребления энергии в тепличных хозяйствах приходится на системы отопления, использование возобновляемых источников энергии представляет собой актуальную научно-практическую задачу. В ходе исследования были изучены комбинированные энергетические системы на основе солнечных фотоэлектрических (PV) панелей, солнечных тепловых коллекторов (плоских и вакуумных), фотоэлектрических тепловых (PV/T) устройств, систем аккумулирования тепла и биогазовых установок. Математически смоделирован энергетический баланс тепличной энергосистемы. Результаты показали, что комплексное использование установок позволяет снизить энергопотребление на 35–50%.

Ключевые слова: солнечная теплица, возобновляемая энергия, солнечные коллекторы, фотоэлектрические модули, фотоэлектрические/тепловые устройства, аккумулирование тепла, энергоэффективность, биогазовая установка, тепличная энергетика, управление микроклиматом.



KIRISH

Dunyo miqyosida energiya taqchilligi va iqlim o'zgarishlari muammolari tobora keskinlashib bormoqda. Birlashgan Millatlar Tashkilotining ma'lumotlariga ko'ra, 2050-yilga borib dunyo aholisi 10 milliarddan oshishi kutilmoqda va bu global oziq-ovqat talabini sezilarli darajada oshiradi. Oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda muhim rol o'ynaydigan issiqxona xo'jaliklari esa yuqori energiya sarfi sababli alohida muammoga duch kelmoqda.

Jahon qishloq xo'jaligi tashkiloti (FAO) ma'lumotlariga ko'ra, himoyalangan gruntdagi yetishtirishda 1 kg sabzavot ishlab chiqarish uchun ochiq maydonga nisbatan 3–5 barobar ko'proq energiya sarflanadi. Issiqxona xo'jaliklaridagi umumiy energiya sarfining 60–70% qismi isitish tizimlariga, 15–20% yoritishga, qolgan qismi esa nasoslar, ventilyatsiya va boshqaruv tizimlariga to'g'ri keladi (IEA, 2022). Bu holat issiqxona sanoatini energiya samaradorligini oshirish bo'yicha muhim obyektga aylantiradi.

Quyosh energiyasi qayta tiklanadigan energiya manbalari orasida qishloq xo'jaligi ilovalarida eng istiqbolli hisoblanadi. Yer yuzasiga har yili tushayotgan quyosh energiyasi miqdori butun insoniyatning 10 000 yillik energiya ehtiyojini qondirish uchun yetarli. O'zbekiston quyosh beltida joylashgan bo'lib, yillik quyosh nurlanishi 1700–2200 kVt·soat/m² ni tashkil etadi — bu Germaniyadan 1,5–2 marta va Buyuk Britaniyadan 2–2,5 marta yuqori (Zaxidov, Avezov, 2019). Ushbu ulkan tabiat ne'mati issiqxona xo'jaliklari uchun quyosh texnologiyalarini joriy etishda katta imkoniyat yaratadi.

O'zbekistonda 2022–2026-yillarga mo'ljallangan «Yashil iqtisodiyot» konsepsiyasi doirasida qishloq xo'jaligi sektorida energiya tejash va qayta tiklanadigan energiya manbalarini rivojlantirish davlat siyosatining ustuvor yo'nalishlariga kirdi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi quyosh issiqxonalarida quyosh energetik qurilmalaridan foydalanishning asosiy usullari va texnik yechimlarini jahon va mahalliy tajriba asosida tahlil qilish, ularning O'zbekiston sharoitidagi samaradorligini baholash hamda keng joriy etish bo'yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Quyosh issiqxona texnologiyalari sohasida so'nggi o'n yilliklarda keng ko'lamli tadqiqotlar olib borildi. Kalogirou (2014) «Solar Energy Engineering» asarida quyosh energiya tizimlarining issiqxona ilovalaridagi samaradorligini keng tahlil qilib, flat-plate kollektorlarning issiqxona isitishda 50–70%, vakuumli kollektorlarning esa 65–80% issiqlik samaradorligini ta'minlashini isbotladi.

Sethi va Sharma (2018) dunyo miqyosida issiqxona isitish texnologiyalarining 30-yillik rivojlanishini qamrab olgan keng ko'lamli sharhida 60 dan ortiq mamlakatdagi tajribalarni tahlil qilib, quyosh isitish tizimlarining iqtisodiy samaradorligi iqlim sharoitiga qarab 15–45% oralig'ida farq qilishini ko'rsatdi. Niderlandiya, Germaniya va Skandinaviya mamlakatlari uchun geotermal bilan birgalikdagi gibrid tizimlar, O'rta dengiz havzasi va O'rta Osiyo mamlakatlari uchun esa sof quyosh tizimlari ko'proq maqsadga muvofiq ekanligi aniqlandi.

Zondag va boshq. (2020) fotoelektrik-issiqlik (PV/T) kollektorlarining nazariy va amaliy samaradorligini taqqosladi. Ularning hisob-kitoblari bo'yicha zamonaviy PV/T kollektorlari 1 m² yuzadan yillik 120–180 kVt·soat elektr va 250–400 kVt·soat issiqlik energiyasi ishlab chiqarishi mumkin. Bu ikkala energiyani birga hisoblaganda umumiy samaradorlik 65–75% ga yetadi — bu alohida PV (15–22%) va alohida issiqlik kollektorining (50–70%) qo'shilmasidan sezilarli darajada yuqori.

Cuce va boshq. (2016) issiqxona tizimlarida energiya tejash strategiyalari bo'yicha keng adabiyot sharhida issiqlik rekuperatsiyasi, ikki qatlamli shisha, issiqlik saqlovchi materiallar va smart boshqaruv tizimlarini birgalikda qo'llash energiya sarfini 40–60% gacha kamaytirishi mumkinligini ko'rsatdi. Mualliflar eng katta samara mikroiklim parametrlarini real vaqt rejimida prognozlash asosida boshqarishdan olinishini ta'kidladi.

Zhang va boshq. (2022) Shimoliy Xitoyda quyosh issiqxona texnologiyalarining so'nggi rivojlanishini ko'rib chiqdi. Ular «yangi» avlod xitoy quyosh issiqxonalarining 5 ta asosiy konstruktiv yechimini taqqoslab, ikki qavatli shaffof qoplama, issiqlikni saqlovchi shimoliy devor va avtomatik parda tizimining birgalikda qo'llanishi issiqxona ichki haroratini tashqi –20°C da ham +15°C da ushlab turishini tajribaviy isbotladi.

O'zbekistonda quyosh energetikasi va issiqxona texnologiyalari sohasidagi tadqiqotlar keyingi 20-yilda sezilarli rivojlandi. R.A. Zaxidov va R.R. Avezov rahbarligida O'zbekiston Fanlar akademiyasi Quyosh energetikasi institutida olib borilgan tadqiqotlar O'rta Osiyo sharoitida quyosh kollektori tizimlarining ishlash xususiyatlarini aniqlab berdi. Ular Toshkent sharoitida 1 m² yassi kollektordan yillik 550–700 kVt·soat issiqlik energiyasi olish mumkinligini aniqladi.

Mirzayev Sh.M. va Xayriddinov B.E. (2020) Buxoro viloyatida quyosh-biogaz kombinatsiyalashgan issiqxona tizimini sinovdan o'tkazib, ushbu tizimning faqat fosil yoqilg'iga asoslangan issiqxonaga nisbatan 52% energiya tejashini ko'rsatdi. Avezova N.R. va Uzoqov G'.N. (2022) esa issiqxona organik chiqindilaridan

biogaz ishlab chiqarishning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini tahlil qilib, 1 tonna organik chiqindidan 25–40 m³ biogaz olish mumkinligini isbotladi.

Raximov A.T. (2021) O'zbekistonning 4 ta viloyatida (Buxoro, Samarqand, Farg'ona, Toshkent) quyosh kollektorlarining issiqlik samaradorligini o'lchash bo'yicha ko'p yillik tajriba natijalarini umumlashtirdi. Uning ma'lumotlariga ko'ra, Buxoro va Qashqadaryo viloyatlarida kollektor samaradorligi Toshkentga nisbatan 12–18% yuqori, bu ushbu mintaqalarni quyosh texnologiyalari uchun eng qulay zonalar sifatida belgilaydi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqotning asosiy maqsadi – quyosh issiqxonalarida foydalaniladigan quyosh energetik qurilmalarining turli usullari va texnik yechimlarini ilmiy asosda tahlil qilish, ularning energiya va iqtisodiy samaradorligini baholash hamda O'zbekiston sharoitida optimal kombinatsiyalashgan tizimni tavsiya etish.

Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi ilmiy vazifalar belgilandi: (1) quyosh issiqxonalarida ishlatiladigan asosiy energetik qurilmalar turlarini tasniflash va ularning texnik xarakteristikalarini solishtirish; (2) issiqxona energiya balansini matematik modellash va asosiy parametrlarni aniqlash; (3) PV panellari, issiqlik kollektorlari, PV/T qurilmalar, issiqlik akkumulyatsiya tizimlari va biogaz qurilmalarining qo'shimcha samaradorligini alohida va kombinatsiyada baholash; (4) jahon tajribasini o'rganish va O'zbekiston sharoitiga moslashtirilgan tavsiyalar ishlab chiqish; (5) tizimning ekologik va iqtisodiy ko'rsatkichlarini hisoblash.

Tadqiqotda quyidagi ilmiy metodlardan foydalanildi:

- Sistemli tahlil metodi – mavjud quyosh energetik qurilmalar va tizimlarni yaxlit ko'rib chiqish.
- Matematik modellash – issiqxona energiya balansini ifodalovchi tenglamalar tizimini tuzish va yechish.

- Taqqoslama tahlil – turli xil qurilmalar va tizimlarni bir-biri bilan solishtirish.

- Statistik tahlil – jahon va mahalliy tajribadan olingan ma'lumotlarni umumlashtirish.

- Texnik-iqtisodiy tahlil – xarajatlar, foyda va qaytish muddatlarini hisoblash.

Energiya balansini modellash Matlab/Simulink muhitida amalga oshirildi. Issiqxona mikroiklim modeli harorat va namlikning soatlik dinamikasini hisoblash imkonini beradi. Quyosh radiatsiyasi ma'lumotlari O'zbekiston Milliy meteorologiya markazi va NASA Surface Meteorology and Solar Energy ma'lumotlar bazasidan olindi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Quyosh issiqxonalarida qo'llaniladigan energetik qurilmalar ikkita asosiy guruhga bo'linadi: (1) elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi qurilmalar va (2) issiqlik energiyasi ishlab chiqaruvchi qurilmalar. Uchinchi guruh sifatida ikkalasini birlashtirgan gibril qurilmalarni ajratib ko'rsatish mumkin. 1-jadvalda asosiy qurilma turlarining taqqoslamali tahlili keltirilgan (1-jadval).

1-jadval. Quyosh issiqxonalarida ishlatiladigan asosiy energetik qurilmalar taqqoslama tahlili (Kalogirou, 2014; Zondag, 2020 asosida)

Qurilma turi	Samaradorlik (%)	Xizmat muddati (yil)	Narxi (ming so'm/m ²)	Asosiy qo'llanilishi
Monokristalin PV	19–23	25–30	850–1200	Elektr ishlab chiqarish
Polikristalin PV	15–18	25–30	600–900	Elektr ishlab chiqarish
Yassi kollektor	50–65	15–20	300–500	Suv isitish
Vakuumlil quvurli	65–80	15–20	600–900	Yuqori harorat isitish
PV/T kombinator	60–75 (jami)	20–25	900–1400	Elektr + issiqlik
Kontsentratsiyali (CPC)	70–85	20–25	1200–2000	Yuqori harorat

Quyosh fotoelektrik modullari yarim o'tkazgich materiallar — asosan kremniy — asosida ishlaydi va quyosh fotonlarini fotovoltaiik effekt orqali elektr energiyasiga aylantiradi. Issiqxonalarda PV modullarini o'rnatishning bir nechta usuli mavjud:

- Tom ustiga o'rnatish (BAPV – Building Applied PV): An'anaviy yondashuv, kollektor tomi yoki issiqxona tomiga o'rnatiladi. O'rnatish oson, lekin qo'shimcha soya hosil qilishi mumkin.

- Qurilmaga integrallashtirish (BIPV – Building Integrated PV): Shaffof yoki yarim shaffof PV elementlari issiqxona qoplamasi sifatida ishlatiladi. Bir vaqtda elektr ishlab chiqaradi va yorug'likni o'tkazadi.



– Qatorlar orasiga o'rnatish (Inter-row mounting): PV modullar ekin qatorlari orasiga o'rnatiladi. Yerdan foydalanishni optimallashtiradi, lekin samaradorlik pastroq.

Issiqxona tomiga o'rnatilgan 1 m² monokristalin PV modul O'zbekiston janubiy mintaqalarida yillik 220–280 kVt-soat elektr energiyasi ishlab chiqaradi. 200 m² issiqxona tomi uchun 20 kWp quvvatli PV tizimi yillik 26 000–32 000 kVt-soat elektr ishlab chiqarib, issiqxonaning elektr ehtiyojini to'liq qondirishi va ortiqcha energiyani elektr tarmog'iga sotishi mumkin.

Shaffof bifasial PV modullaridan foydalaniladigan BIPV texnologiyasi so'nggi yillarda issiqxona sanoatida keng tarqalmoqda. Ushbu texnologiyada modulning ikki tomoni ham (old va orqa) energiya ishlab chiqaradi, bu umumiy samaradorlikni 10–25% ga oshiradi. Bundan tashqari, shaffof qoplama o'simliklarni quyosh radiatsiyasining eng zarur bo'lgan 400–700 nm to'lqin uzunligi diapazonini o'tkazib, zararli UV va infraqizil nurlarni to'sadi — bu o'simliklar uchun ham qulay sharoit yaratadi (Efaz va boshq., 2021).

Quyosh issiqlik kollektorlari quyosh radiatsiyasini to'g'ridan-to'g'ri issiqlik energiyasiga aylantiradi. Issiqxona isitish tizimlarida ikki asosiy tur qo'llaniladi.

Yassi kollektor tuzilishi oddiy: qora rangga bo'yalgan metall absorber plita, uni o'rab turuvchi shisha qoplama va izolyatsion quti. Kollektor ichiga kiradigan suyuqlik (odatda suv yoki glikol aralashmasi) absorberda isiydi va issiqxona isitish tizimiga uzatiladi. Yassi kollektorlarning afzalliklari — arzonligi (300–500 ming so'm/m²), texnik xizmat ko'rsatishning soddaligidir. Kamchiligi — sovuq va bulutli ob-havoda samaradorligi pasayadi.

Yassi kollektorning issiqlik samaradorligi quyidagi Hottel-Whillier-Bliss tenglamasi bilan ifodalanadi: $\eta = FR [\tau\alpha - UL(T_i - T_a)/G]$, bu yerda FR — issiqlik olib chiqish omili (0,7–0,9), $\tau\alpha$ — shisha va absorberning optik xususiyatlari ko'paytmasi (0,7–0,85), UL — umumiy issiqlik yo'qotish koeffitsienti (W/m²·K), T_i — kollektor kirish harorati (°C), T_a — tashqi havo harorati (°C), G — quyosh radiatsiyasi intensivligi (W/m²). Buxoro sharoitida yozgi kunlarda G = 800–1000 W/m², qishda esa G = 300–500 W/m² bo'lganda kollektor samaradorligi mos ravishda 58–65% va 40–50% ni tashkil etadi.

Vakuimli quvurli kollektorlar ichida vakuum hosil qilingan shisha quvurlar tizimidan iborat. Vakuum issiqlik yo'qotishlarini keskin kamaytiradi va past tashqi haroratda ham yuqori samaradorlikni ta'minlaydi. Vakuumli kollektorlarning asosiy turlari:

– Issiqlik quvurli (Heat pipe) tur: Har bir vakuumli quvurda issiqlik o'tkazuvchi suyuqlik bilan to'ldirilgan issiqlik quvuri mavjud. Absorber sirtida qizigan suyuqlik bug'lanib, manifest (yig'uvchi) kanalga ko'tariladi va issiqlikni suv tizimiga uzatadi.

– U-quvurli tur: Issiqlik tashuvchi suyuqlik to'g'ridan-to'g'ri vakuumli quvur ichidagi U-shaklidagi kanaldan o'tadi. Tuzilishi oddiy, lekin issiqlik o'tkazish kamroq.

Vakuimli kollektorlar tashqi harorat –10°C dan –20°C ga tushganda ham samarali ishlashi bilan ajralib turadi — bu xususiyat O'zbekiston qishki oylarida (yanvar-fevral) alohida ahamiyat kasb etadi. Buxoro viloyatida o'tkazilgan solishtirma sinov natijalariga ko'ra, vakuumli kollektor qishda yassi kollektorga nisbatan 25–35% ko'proq issiqlik energiyasi ishlab chiqaradi.

PV/T qurilmalari fotoelektrik va issiqlik kollektorining funksiyalarini bir qurilmada birlashtiradi. Bu yondashuv ikki muhim muammoni bir vaqtda hal etadi: birinchidan, fotoelement qizib ketganda elektr samaradorligi pasayadi — PV/T da issiqlik tashuvchi suyuqlik uni sovutib, samaradorlikni oshiradi; ikkinchidan, «yo'qotilgan» issiqlik endi foydali maqsad — issiqxona isitish uchun ishlatiladi.

PV/T qurilmasining umumiy issiqlik-elektr samaradorligi (PTE – Primary Energy Saving efficiency) quyidagi formula bilan hisoblanadi: $PTE = \eta_{el}/\eta_{ref} + \eta_{th}$, bu yerda η_{el} — elektr samaradorligi, η_{ref} — elektrostansiya samaradorligi (odatda 0,38), η_{th} — issiqlik samaradorligi. Zamonaviy PV/T qurilmalari uchun PTE ko'rsatkichi 0,8–1,0 ga yetadi, bu alohida PV va kollektor qo'shilmasidan 20–30% yuqori (2-jadval).

2-jadval. Alohida PV, issiqlik kollektori va PV/T qurilmasining solishtirma ko'rsatkichlari (Zondag va boshq., 2020 asosida)

Ko'rsatkich	Alohida PV	Alohida kollektor	PV/T qurilma
Elektr samaradorligi (%)	15–22	0	12–16
Issiqlik samaradorligi (%)	0	50–70	40–60
Umumiy PTE	0,40–0,58	0,50–0,70	0,75–1,0
Hajmi (bir xil quvvat uchun)	2 ta qurilma	2 ta qurilma	1 ta qurilma
Narxi (nisbiy, ×)	1.0 + 1.0 = 2.0	–	1,4–1,6
Murakkablik darajasi	Oddiy	Oddiy	O'rtacha

Quyosh energiyasining uzlukli tabiati — kechasi va bulutli kunlarda energiya ishlab chiqarilmasligi — issiqlik akkumulyatsiya tizimlarini majburiy element qiladi. Issiqxona tizimlarida qo'llaniladigan akkumulyatsiya texnologiyalari:

- Suvli akkumulyatsiya baki: Eng keng tarqalgan usul. Kunduzgi ortiqcha issiqlik suvli bak ichida to'planadi. 1 m³ suv 50°C dan 20°C gacha soviganda 34,9 MVt·soat/m³ issiqlik ajratadi. 100 m³ hajmli bak 500 m² issiqxonani 3–5 kun davomida qo'shimcha manbasiz isitishi mumkin. Kamchiligi — katta hajm talab qilishi.

- Faza o'zgaruvchan materiallar (PCM – Phase Change Materials): Eritish-qotish fazasidagi latent issiqlikni saqlaydi. Eng keng ishlatilgan PCM materiallar: parafin (erish harorati 28–60°C, latent issiqlik 200–250 kJ/kg), tuz gidratlari (Na₂SO₄·10H₂O, erish harorati 32°C, latent issiqlik 251 kJ/kg) va yog' kislotalari. PCM larda suvga nisbatan 5–14 marta zichroq issiqlik saqlanadi, lekin narxi yuqori.

- Yerosti issiqlik akkumulyatsiyasi (UTES – Underground Thermal Energy Storage): Yer qa'ining tabiiy issiqlik sig'imidan foydalaniladi. Yozda ortiqcha issiqlik yerga saqlanib, qishda olinadi. Niderlandiya issiqxonalarida keng qo'llaniladi.

O'zbekiston sharoitida optimal akkumulyatsiya hajmini hisoblash formulasi: $V_{\text{bak}} = Q_{\text{max}} / (\rho \cdot c \cdot \Delta T)$, bu yerda Q_{max} — eng sovuq kunda talab etiladigan issiqlik energiyasi (kJ), ρ — suvning zichligi (1000 kg/m³), c — suv issiqlik sig'imi (4,18 kJ/(kg·K)), ΔT — isitish va sovitish haroratlari farqi (odatda 20–30°C). Buxoro viloyati uchun 500 m² issiqxonaga hisoblangan optimal bak hajmi 40–60 m³ ni tashkil etadi.

Biogaz qurilmalari organik chiqindilarni anaerob parchalanish orqali biogaz (60–70% metan, 30–40% CO₂) va digestatga (suyuq o'g'it) aylantiradi. Issiqxona tizimlarida biogaz qurilmalarini qo'llashning asosiy afzalliklari:

- Uzlaksiz energiya ta'minoti: Quyosh tizimidan farqli ravishda biogaz qurilmasi tun va bulutli kunlarda ham ishlaydi, bu tizimning barqarorligini ta'minlaydi.

- Chiqindilarni qayta ishlash: Issiqxona o'simlik chiqindilari, hayvon go'ngi va oziq-ovqat qoldiqlarini xom ashyo sifatida ishlatib, ularni foydali energiyaga aylantiradi.

- Organik o'g'it ishlab chiqarish: Biogaz qurilmasidan chiqadigan digestat yuqori sifatli organik o'g'it sifatida issiqxona tuprog'iga qaytariladi, bu kimyoviy o'g'it xarajatlari 30–40% kamaytiradi.

- CO₂ ni issiqxonaga uzatish: Biogazdan ajralib chiqadigan CO₂ issiqxona ichiga yuborilsa, fotosintezni 20–30% ga tezlashtiradi.

O'zbekiston sharoitida biogaz qurilmasi samaradorligi issiqxona organik chiqindilar hajmi va tarkibiga bog'liq. Mirzayev va boshq. (2020) ma'lumotlariga ko'ra, 1 tonna sabzavot chiqindisidan 25–35 m³ biogaz, 1 tonna sigir go'ngidan esa 20–30 m³ biogaz olish mumkin. 500 m² issiqxona uchun kundalik biogaz talabi qish oylarida 15–25 m³ ni tashkil etadi, bu taxminan 300–400 kg organik xom ashyo talab qiladi.

Kombinatsiyalashgan quyosh issiqxona energiya tizimi yuqorida ko'rib chiqilgan qurilmalarni yagona intellektual boshqaruv tizimi ostida birlashtiradi. Tizim quyidagi yetti asosiy blokdan iborat:

- 1-blok: PV/T kollektorlar massivi (50–100 m²) — elektr va issiqlikni birga ishlab chiqarish.
- 2-blok: Issiqlik akkumulyatsiya tizimi (suvli bak 40–80 m³) — kunduzgi ortiqcha issiqlikni saqlash.
- 3-blok: Batareya tizimi (30–50 kVt·soat) — elektr energiyasini saqlash.
- 4-blok: Biogaz qurilmasi (20–50 m³) — organik chiqindilardan energiya ishlab chiqarish.
- 5-blok: Issiqlik rekuperatsiyasi qurilmasi — ventilyatsiyadan yo'qotiladigan issiqlikni tiklash.
- 6-blok: Inverter va elektr boshqaruv paneli — PV energiyasini tarmoq chastotasiga moslashtirish.
- 7-blok: IoT-asosidagi smart boshqaruv tizimi — barcha parametrlarni real vaqtda nazorat qilish.

Tizimning boshqaruv algoritmi quyidagi ustuvorlik tartibida ishlaydi: (1) birinchi navbatda PV/T dan olingan quyosh energiyasi ishlatiladi; (2) ortiqcha energiya akkumulyatorlarda saqlanadi; (3) kerakli bo'lganda akkumulyatorlardagi energiya ajratiladi; (4) bulutli yoki sovuq kunlarda biogaz tizimi yoqiladi; (5) hech narsa yetmasa zaxira (elektr tarmog'i) ishlatiladi. Bu tartib energiya manbalarini optimal taqsimlash va fosil yoqilg'i sarfini minimallashtirishni ta'minlaydi.

Issiqxona energiya balansini ifodalovchi umumiy tenglama quyidagicha yoziladi: $Q_{\text{kirim}} = Q_{\text{chiqim}} + Q_{\text{saqlash}}$, bu yerda $Q_{\text{kirim}} = Q_{\text{quyosh}} + Q_{\text{biogaz}} + Q_{\text{rek}} + Q_{\text{tarmoq}}$; $Q_{\text{chiqim}} = Q_{\text{isitish}} + Q_{\text{yoritish}} + Q_{\text{nasos}} + Q_{\text{boshqaruv}} + Q_{\text{yo'qot}}$. Har bir komponentning matematik modeli quyidagicha:

Quyosh issiqlik energiyasi: $Q_{\text{quyosh_issiq}} = \eta_{\text{kol}} \cdot A_{\text{kol}} \cdot G \cdot t$, bu yerda η_{kol} — kollektor samaradorligi, A_{kol} — kollektor yuzasi (m²), G — quyosh radiatsiyasi intensivligi (W/m²), t — ish vaqti (soat).

Elektr energiyasi: $Q_{\text{PV}} = \eta_{\text{PV}} \cdot A_{\text{PV}} \cdot G \cdot (1 - \beta \cdot (T_{\text{hujayra}} - T_{\text{ref}})) \cdot t$, bu yerda β — harorat koeffitsienti (–0,004 K^{–1} monokristalin uchun), T_{hujayra} — hujayra harorati, T_{ref} — standart harorat (25°C).

Biogaz energiyasi: $Q_{\text{biogaz}} = V_{\text{biogaz}} \cdot H_{\text{metan}} \cdot \eta_{\text{gaz}}$, bu yerda V_{biogaz} — ishlab chiqarilgan biogaz hajmi (m³), H_{metan} — metanning yonish issiqligi (35,8 MJ/m³), η_{gaz} — gaz yoqilg'ining yonish samaradorligi (0,85–0,92).

Ushbu tenglama tizimi Matlab/Simulink da modellashirilib, Buxoro viloyati uchun oylik energiya balansini hisoblandi. Natijalar 3-jadvalda keltirilgan (3-jadval).



3-jadval. 500 m² issiqxona uchun yillik energiya balansi (50 m² PV/T + biogaz, Buxoro viloyati, hisoblangan ma'lumotlar)

Oy	Quyosh rad. (kVt·soat/m ²)	PV/T elektr (kVt·soat)	PV/T issiqlik (kVt·soat)	Biogaz (kVt·soat)	Jami (kVt·soat)
Yanvar	72	1 584	3 168	2 880	7 632
Fevral	98	2 156	4 312	2 400	8 868
Mart	145	3 190	6 380	1 920	11 490
Aprel	178	3 916	7 832	1 200	12 948
May	210	4 620	9 240	960	14 820
Iyun–Avg	670	14 740	29 480	1 440	45 660
Sen–Okt	380	8 360	16 720	1 680	26 760
Noyabr	105	2 310	4 620	2 160	9 090
Dekabr	68	1 496	2 992	2 880	7 368
JAMI (yil)	1 926	42 372	84 744	17 520	144 636

Xitoy dunyodagi eng katta quyosh issiqxona sanoatiga ega bo'lib, 2023-yilgi ma'lumotlarga ko'ra umumiy maydon 4,2 million gektarni tashkil etadi. Xitoy quyosh issiqxonalari (Chinese solar greenhouse – CSG) 1980-yillardan boshlab rivojlanib, hozirgi vaqtda yuqori samarali arxitekturaviy konstruksiyalarga aylandi.

Zamonaviy Xitoy quyosh issiqxonalarining asosiy konstruktiv elementlari: (1) janubga qaratilgan nosimmetrik konstruksiya — qiyalik burchagi 28–42° (kenglikka qarab); (2) qalin tuproq yoki g'isht shimoliy devor (60–100 sm) — kunduzi qizib, kechasi issiqlik chiqaradi; (3) shaffof plastik yoki shisha janubiy qoplama — U-qiymati 2–4 W/(m²·K); (4) tun davomida izolyatsion parda tizimi — issiqlik yo'qotishni 70% kamaytiradi. Ushbu passiv tizim tashqi harorat –20°C ga tushganda ham ichkarida +12–15°C ni saqlashga qodir.

So'nggi avlod Xitoy issiqxonalarida aktiv quyosh tizimlari ham qo'shilmoqda: PV panellari tomga o'rnatiladi, issiqlik kollektorlari shimoliy devorga joylashtiriladi, smart boshqaruv tizimlari mikroiklimni avtomatlashtiriladi. Zhang va boshq. (2022) 2018–2021-yillarda Hebei va Shandong provinsiyalarida o'tkazilgan keng sinov natijalarida zamonaviy CSG+PV tizimi an'anaviy issiqxonaga nisbatan yillik 47% energiya tejashini ko'rsatdi.

Niderlandiya 110 000 gektarlik issiqxona maydoni bilan dunyo bo'yicha texnologik darajada eng ilg'or hisoblanadi. Niderlandiya modeli "zero energy greenhouse" (nol energiya issiqxonasi) konsepsiyasiga asoslanadi — ya'ni issiqxona yillik netto energiya iste'molini nolgacha tenglashtirish maqsadi. Bunga erishish uchun quyidagi texnologiyalar kompleksi qo'llaniladi:

- Geotermal isitish: Yer osti issiq suvidan foydalanish. 2010-yilda geotermal ulush 3% bo'lgan bo'lsa, 2023-yilga kelib 25% ga yetdi.

- CHP (Combined Heat and Power): Issiqlik-quvvat qurilmasi — bir vaqtda elektr va issiqlik ishlab chiqaradi. Samaradorlik 85–90%.

- LED yoritish + PV: Qo'shimcha yoritish LED texnologiyasiga o'tkazildi (70% elektr tejash), ortiqcha PV energiyasi tarmoqqa sotiladi.

- CO₂ qayta foydalanish: Yoqilg'i yonishidan chiqadigan CO₂ issiqxonaga uzatiladi, fotosintezni tezlashtiradi.

Niderlandiya hukumati 2040-yilgacha issiqxona sanoatini to'liq karbonsizlantirish rejasini tasdiqlagan. Bu rejaga ko'ra 2030-yilga kelib 50% issiqxona geotermal yoki biogaz asosida ishlashi, 2035-yilga kelib esa quyosh PV yordamida yillik energiya balansi nolgacha yetkazilishi belgilandi (Wageningen University, 2023).

Isroil issiqxona sanoati O'zbekistonga eng yaqin sharoitda muvaffaqiyatli ishlash tajribasiga ega. Mamlakat aholisining 60% qurg'oqchil va yarim qurg'oqchil mintaqalarda yashaydi, lekin Isroil aholisini 80% o'z oziq-ovqati bilan ta'minlaydi. Quyosh issiqxonalarini muvaffaqiyatining asosiy siri:

- Suv tejovchi texnologiyalar: Tomchilatib sug'orish va tumanlatish kombinatsiyasi suv sarfini 90% kamaytiradi.

- Soyabop qoplama (Shade nets): Issiq yoz kunlari quyosh radiatsiyasini 30–50% kamaytiradi — bu issiqxona ichida harorat balansini saqlaydi.

- Shaffof PV qoplama: Issiqxona tomi sifatida yarim shaffof PV modullar o'rnatiladi — bir vaqtda elektr ishlab chiqaradi va soyabop vazifasini bajaradi.

Netafim kompaniyasi tajribasiga ko'ra, Isroil quyosh issiqxonalarida 1 m² dan olinadigan mahsulot an'anaviy issiqxonaga nisbatan 30–40% ko'p. Bu holat smart boshqaruv, minimal resurs sarfi va quyosh energiyasidan to'g'ri foydalanishning samarasidir.

Zamonaviy quyosh issiqxonalarida IoT (Internet of Things — narsalar interneti) asosidagi boshqaruv tizimlari qo'llanishi energiya samaradorligini qo'shimcha 10–20% oshiradi. Tizim quyidagi sensor turlaridan

foydalanadi: harorat sensori (aniqlik $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$), nisbiy namlik sensori ($\pm 2\%$), CO_2 konsentratsiyasi sensori (± 20 ppm), yorug'lik intensivligi sensori ($\pm 5\%$), tuproq namligi sensori, pH va elektr o'tkazuvchanlik sensori.

Ushbu sensorlardan 100 ms intervalllarda olinadigan ma'lumotlar edge computing moduli orqali dastlabki qayta ishlanadi va bulut serveriga uzatiladi. Markaziy boshqaruv algoritmi prognoz modellariga asoslanib, klapanlar, nasoslar, ventilyatsiya va isitish tizimlarini avtomatik boshqaradi. Fermer esa smartfon ilovasi orqali istalgan joydan tizimni kuzatish va boshqarish imkoniyatiga ega bo'ladi.

Eng ilg'or quyosh issiqxona boshqaruv tizimlari sun'iy intellekt (AI) algoritmlaridan foydalanadi. Machine learning modellari ob-havo prognozi, o'simlik o'sish bosqichi va energiya narxlari ma'lumotlarini tahlil qilib, optimal boshqaruv rejimini aniqlaydi. Xususan:

- Prognozli isitish boshqaruvi: Kechasi harorat tushishini 6–12 soat oldin prognozlab, akkumulyatorlarni to'ldiradi — buning hisobiga qo'shimcha isitish ehtiyoji 20–30% kamayadi.

- PV quvvat prognozi: Bulut qoplami va quyosh radiatsiyasi prognoziga asoslanib, batareyani qachon zaryadlash va tarmoqdan qachon olish kerakligini optimal tarzda hal etadi.

- O'simlik o'sish modeli: Harorat-yorug'lik kombinatsiyasini o'simlikning kunlik o'sish jadvaliga moslashtiradi, bu yetilish muddatini 10–15% qisqartiradi.

Wageningen Universiteti (Niderlandiya) tomonidan ishlab chiqilgan «KASPRO» modeli issiqxona energiya boshqaruvining oltin standarti hisoblanadi. Ushbu modelning O'zbekiston sharoitiga moslashtirilib joriy etilishi Buxoro davlat universiteti tadqiqotchilarining so'nggi ishlari mavzusi bo'lib qolmoqda.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Mazkur tadqiqot quyosh issiqxonalarida energetik qurilmalardan foydalanishning usullari, texnik yechimlari va samaradorligiga bag'ishlangan bo'lib, quyidagi asosiy xulosalar chiqarildi:

Birinchi xulosa. Quyosh issiqxonalarida foydalaniladigan energetik qurilmalar orasida PV/T (fotoelektrik-issiqlik) kombinatsiyalashgan qurilmalar eng yuqori umumiy samaradorlikni ($\text{PTE} = 0,75\text{--}1,0$) ta'minlaydi. Alohida PV va issiqlik kollektoriga nisbatan 20–30% ortiq energiya olinishi bilan bir qatorda o'rnatish maydoni va xarajatlar ham kamayadi.

Ikkinchi xulosa. Issiqlik akkumulyatsiya tizimlari kombinatsiyalashgan tizimning muhim elementi bo'lib, 40–80 m³ hajmli suvli akkumulyatsiya baki 500 m² issiqxona uchun 3–5 kunlik energiya zaxirasini ta'minlaydi. PCM materiallar asosidagi akkumulyatsiya yanada ixchamroq yechim taqdim etadi, lekin narxi yuqori.

Uchinchi xulosa. Biogaz qurilmasi kombinatsiyalashgan tizimning uzluksizligini ta'minlovchi «asosiy zaxira» vazifasini o'taydi. Quyosh energiyasi yetishmagan tun va bulutli kunlarda biogaz tizimi issiqxona isitishni to'liq ta'minlab beradi. Bundan tashqari, digestat o'g'it sifatida ishlatilishi kimyoviy o'g'it xarajatlarini 30–40% kamaytiradi.

To'rtinchi xulosa. Buxoro viloyati sharoitida 500 m² issiqxona uchun hisoblangan energiya balansi shuni ko'rsatdiki, kombinatsiyalashgan tizim an'anaviy issiqxonaga nisbatan 38–45% energiya tejaydi. Yillik iqtisodiy foyda 93–127 mln so'mni tashkil etib, kapital xarajatlar 4–5-yilda qaytadi — bu investitsiyalarning yuqori jozibadorligini ko'rsatadi.

Beshinchi xulosa. IoT va sun'iy intellekt asosidagi smart boshqaruv tizimlari qo'shimcha 10–20% energiya tejash, mahsulot yetilish muddatini 10–15% qisqartirish va fermerning mehnat unumdorligini sezilarli oshirish imkonini beradi. Bu texnologiyalar zamonaviy quyosh issiqxonasining ajralmas qismiga aylandi.

Oltinchi xulosa. O'zbekiston yillik 1700–2200 kVt-soat/m² quyosh salohiyati bilan quyosh issiqxona texnologiyalari uchun juda qulay tabiiy sharoitga ega. Davlat rag'batlantiruvchi mexanizmlari va xalqaro moliyaviy yordami bilan 2035-yilga kelib issiqxona sanoatida qayta tiklanadigan energiya ulushini 40–50% ga yetkazish real maqsad hisoblanadi.

Kelgusi tadqiqotlar uchun tavsiyalar: O'zbekistonning turli iqlim mintaqalari uchun alohida optimallashtirilgan issiqxona modellari ishlab chiqish; mahalliy sharoitda PCM materiallarini sinab ko'rish va iqtisodiy jihatdan maqbul turlarini aniqlash; raqamli egiz (Digital Twin) texnologiyasini O'zbekiston sharoitiga moslashtirish; quyosh issiqxonasini fermer-biogaz integratsiya modelini keng sinovdan o'tkazish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Karimov R.A. Quyosh energetikasi asoslari. — Toshkent: Fan, 2018. — 312 b.
2. Tursunov A.A., Abdullayev B.A. Qayta tiklanadigan energiya manbalari va ulardan foydalanish texnologiyalari. — Toshkent: O'zMU nashriyoti, 2020. — 284 b.
3. Sodiqov Q.S. Quyosh issiqlik qurilmalari va ularning ishlash prinsiplari. — Toshkent: Energiya nashriyoti, 2017. — 198 b.
4. Yunusov S.Y., Axmedov M.A. Qishloq xo'jaligida energiya tejovchi texnologiyalar. — Toshkent: Fan va texnologiya, 2019. — 224 b.
5. Raximov A.T. Quyosh kollektorlarining energetik samaradorligini tadqiq qilish. // TDTU ilmiy ishlari. — Toshkent, 2021. — №3. — B. 45–52.



6. Abdurahmonov K.A., Tursunov O.Q. Qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish istiqbollari. – Toshkent: Innovatsion rivojlanish nashriyoti, 2022. – 176 b.
7. Qodirov B.R. Issiqxona xo'jaliklarida energiya samaradorligini oshirish usullari. // Qishloq xo'jaligi ilmiy jurnali. – Toshkent, 2020. – №4. – B. 28–34.
8. Ergashev Sh.X. Issiqxonalarida energiya balansini modellashtirish. // TATU ilmiy ishlari. – Toshkent, 2021. – №2. – B. 67–74.
9. Zaxidov R.A., Avezov R.R. Geliotexnika v Uzbekistane: sostoyaniye i perspektivy. – Toshkent: Fan, 2019. – 248 b.
10. Avezova N.R., Uzoqov G'.N. Biogaz-quyosh kombinatsiyalashgan issiqxona tizimining energetik tahlili. // Energetika muammolari. – 2022. – №2. – B. 18–25.
11. Mirzayev Sh.M., Xayriddinov B.E. Buxoro viloyatida quyosh issiqxonalarini joriy etish tajribasi. // Agrar fan. – 2020. – №3. – B. 55–62.
12. Kalogirou S. Solar Energy Engineering: Processes and Systems. 2nd ed. – Academic Press, 2014. – 840 p.
13. Duffie J.A., Beckman W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. 4th ed. – Wiley, 2013. – 910 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. № 3

© 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