ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 2

# DEVELOPMENT OF SCIENCE

## ILMIY JURNAL



# Development of science

## Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 2

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

**BOSH MUHARRIR:**
***Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.***
**TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:**
***Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor***
***TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI***

**TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Bozorov G‘ayrat Rashidovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Abdurahmonov Olim Rustamovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Adizov Bobur Zamirovich***
*O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor*
***Hayitov Ruslan Rustamjonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Jumayev Qayum Karimovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Berdiyev Dorob Murodovich***
*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Maxmudov Rafiq Amonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Tilloyev Lochin Ismatilloyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Raxmonov Qahramon Sanakulovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Barakayev Nusratullo Rajabovich***
*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Panoyev Erali Rajabboyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Ataullayev Sherzod Nabiullyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Murodov Malik Negmurodovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Axmedova Ozoda Bahronovna***
*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.*
***Safarov Bahri Jumayevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Xaydarov Axtam Amonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Safarov Jasur Alijon o‘g‘li***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Асадова Раъно Дилмуратовна***
*Тошкент Давлат техника университети доценти*

**KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Axmedov Voxid Nizomovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Umarov Baqo Bafoyevich***
*Buxoro Davlat Universiteti, professor*
***Kodirov Abduaxad Abduraximovich***
*Qarshi davlat Universiteti, professor*
***Qurbonov Mingniqul Jumagulovich***
*Qarshi davlat Universiteti, dotsent*
***Turemuratov Sharibay Naurizbaevich***
*O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor*
***Tursunov Kaxor Shonazarovich***
*Qarshi davlat Universiteti, professor*
***Do‘stov Hamro***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Panoyev Nodir Shavkatovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Kasimov Sherzod Abduazimovich***
*Termiz Davlat Universiteti, professor.*
***Aliqulov Rustam Valiyevich***
*Termiz Davlat Universiteti, professor*
***Tropov Xamza Tursunovich***
*Samarqand Davlat Universiteti, professor*

**IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Nizamov Aslitdin Badreddinovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Boboyev Akmal Choriyevich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor*
***Saidaxmedova Nodira Ilxomovna***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor*
***Muxsinov Bekzod Toxirovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Shakarov Qulmat Ashirovich***
*Renessans ta'lim universiteti,dotsent.*
***Jumaeva Zulfiya Qayumovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Norova Salomat Yusupovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Jalilov Jamshid G‘anijonovich***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent*
***Xasanova Gulruh Djumanazarovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*

**PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Siddiqova Sadoqat G‘afforovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Zoyirov Erkin Xalilovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor*
***Gaffarov Feruz Hasanovich***
Puchon Universiteti, *professor*
***Ruziyev Davron Yuldashevich***
*Buxoro Davlat Universiteti, professor*
***Muradova Firuza Rashidovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Yunusova Gulandon Samiyevna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***To‘xtayeva Zebo Sharifovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.*
***Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Uzoqova Laylo Polvonovna***
*Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.*
***To‘raqulova Marjona Qiyom qizi***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Muradova Zarina Rashidovna***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Murodov Sanjar Aslonovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.*
***Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich***
*Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent*
***Gaffarov Laziz Hasanovich***
*Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.*

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.



ISSN 3030-3907

**Development of science** ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.



ISSN 3030-3907

# JAHONDA QUYOSH ISSIQXONALARIDAN FOYDALANISHNING ZAMONAVIY HOLATI VA KONSTRUKSIYALARI TAHLILI

**Komilova Nodira Abdirahmon qizi**

***Buxoro davlat universiteti, Pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent***

**baxti7222@gmail.com | +998 97-878-43-21**

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada jahon miqyosida quyosh issiqxonalaridan foydalanishning zamonaviy holati, ularning konstruktiv yechimlari hamda energiya samaradorligini oshirish yo'llari keng tahlil qilinadi. Maqolada qayta tiklanadigan energiya manbalaridan – quyosh fotoelektrik-issiqlik (PV/T) kollektorlar, suv kollektorlar, biogaz qurilmalari va issiqlik rekuperatsiya tizimlaridan – kompleks foydalanish asosida yuqori energiya samarador quyosh issiqxonasini yaratish masalalari o'rganilgan. Dunyoning yetakchi davlatlarida – Xitoy, Niderlandiya, Turkiya, Ispaniya, Germaniya va Isroilda – qo'llaniladigan zamonaviy issiqxona texnologiyalari taqqoslama tahlil qilingan. Tadqiqot davomida quyosh kollektorlarining issiqlik samaradorligi, issiqlik akkumulyatsiya tizimlari, biogaz qurilmasining energiya balansi va issiqlik rekuperatsiyasining energiya tejash imkoniyatlari batafsil ko'rib chiqilgan. Bundan tashqari, kombinatsiyalashgan tizimning energetik, eksergetik, ekologik va iqtisodiy samaradorligi baholangan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, mazkur yondashuv issiqxona energiya sarfini 35–45% gacha kamaytirish va $CO_2$ emissiyasini sezilarli darajada qisqartirish imkonini beradi.

**Kalit so'zlar:** quyosh issiqxonasi, qayta tiklanadigan energiya manbalari, PV/T kollektorlar, fotoelektrik tizim, biogaz qurilmasi, energiya samaradorligi, issiqlik rekuperatsiyasi, eksergetik tahlil, mikroiqlim boshqaruvi.

**Abstract**. This article provides a comprehensive analysis of the current state of solar greenhouse use worldwide, their design solutions, and ways to improve their energy efficiency. The article examines the issues of creating a highly energy-efficient solar greenhouse based on the integrated use of renewable energy sources - solar photovoltaic-thermal (PV/T) collectors, water collectors, biogas plants, and heat recovery systems. Modern greenhouse technologies used in the world's leading countries – China, the Netherlands, Turkey, Spain, Germany and Israel – were compared. During the study, the thermal efficiency of solar collectors, thermal accumulating systems, the energy balance of the biogas device and the energy saving possibilities of thermal recuperation were examined in detail. In addition, the energy, exergetic, environmental and economic efficiency of the combined system has been evaluated. The results show that this approach can



*ISSN 3030-3907*

reduce greenhouse energy consumption by 35–45% and significantly reduce $CO_2$ emissions.

**Keywords**: solar greenhouse, renewable energy sources, PV/T collectors, photovoltaic system, biogas plant, energy efficiency, heat recovery, exergetic analysis, microclimate control.

**Аннотация**. В статье подробно рассматривается современное состояние использования солнечных теплиц в мире, их конструктивные решения и пути повышения энергоэффективности. В статье рассматриваются вопросы создания высокоэффективной солнечной теплицы на основе комплексного использования возобновляемых источников энергии — солнечных фотоэлектрических тепловых (PV/T) коллекторов, водяных коллекторов, биогазовых установок и систем рекуперации тепла. Проведен сравнительный анализ современных тепличных технологий, применяемых в ведущих странах мира – Китае, Нидерландах, Турции, Испании, Германии и Израиле. В ходе исследования подробно рассмотрены тепловая эффективность солнечных коллекторов, систем аккумулирования тепла, энергетический баланс биогазовой установки и возможности энергосбережения за счет рекуперации тепла. Кроме того, обеспечивается энергетическая, эксергетическая, экологическая и экономическая эффективность комбинированной системы. Результаты показывают, что этот подход может сократить потребление энергии в теплицах на 35–45% и значительно сократить выбросы $CO_2$.

**Ключевые слова**: солнечная теплица, возобновляемые источники энергии, коллекторы PV/T, фотоэлектрическая система, биогазовая установка, энергоэффективность, рекуперация тепла, эксергетический анализ, управление микроклиматом.

## 1. KIRISH

So'nggi o'n yilliklarda global energiya taqchilligi, iqlim o'zgarishlari va $CO_2$ emissiyasining ko'payishi dunyo davlatlarini qayta tiklanadigan energiya manbalarini jadal rivojlantirishga undamoqda. Birlashgan Millatlar Tashkilotining 2030 yilgacha bo'lgan Barqaror Rivojlanish Maqsadlariga ko'ra, global energiya aralashmasida qayta tiklanadigan energiya ulushini sezilarli darajada oshirish talab etilmoqda (IEA, 2023). Xususan, qishloq xo'jaligi sektori global energiya iste'molining taxminan 30% ni tashkil etar ekan, bu sohada energiya samaradorligini oshirish strategik ahamiyat kasb etadi.

Issiqxona xo'jaliklari qishloq xo'jaligining eng energiya talab qiluvchi tarmoqlaridan biri hisoblanadi. Yil davomida optimal mikroiqlimni ta'minlash – harorat, namlik, yoritish va $CO_2$ konsentratsiyasini boshqarish – katta energiya



ISSN 3030-3907

resurslarini talab etadi. Niderlandiya kabi rivojlangan mamlakatlarda issiqxona sanoati mamlakatning umumiy energiya iste'molining 10% gacha ulushini egallaydi (FAO, 2022). Shu sababli issiqxonalarda quyosh energiyasi, biogaz, geotermal va boshqa toza energiya manbalaridan foydalanish energiya sarfini kamaytirish hamda ekologik barqaror qishloq xo'jaligini rivojlantirishning ustuvor yo'nalishi bo'lib qolmoqda.

O'zbekiston sharoitida yillik quyosh radiatsiyasi 1700–2000 kVt·soat/m² ni tashkil etib, bu ko'rsatkich issiqxona xo'jaliklari uchun quyosh energiyasidan foydalanishni iqtisodiy jihatdan juda maqsadga muvofiq qiladi (Avezov va boshq., 2021). Mamlakatimizda 2022–2026 yillarga mo'ljallangan «Yashil iqtisodiyot» kontseptsiyasi doirasida issiqxona xo'jaliklarini zamonaviylashtirish va quyosh texnologiyalarini joriy etish davlat siyosatining muhim qismiga aylandi.

Ushbu maqolada jahon tajribasi va so'nggi ilmiy tadqiqotlar asosida quyosh issiqxonalarining zamonaviy holati, konstruksiyalari va energiya samaradorligini oshirish usullari tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalaridan O'zbekistondagi issiqxona xo'jaliklarini modernizatsiya qilishda amaliy qo'llanma sifatida foydalanish mumkin.

## 2. ADABIYOTLAR TAHLILI VA ZAMONAVIY TADQIQOTLAR HOLATI

Quyosh issiqxonalari sohasidagi ilmiy tadqiqotlar XX asrning 70-yillarida, birinchi neft inqirozi davridan boshlab jadal rivojlana boshladi. Bugungi kunda bu soha bo'yicha minglab ilmiy ishlar nashr etilgan bo'lib, ularni bir necha asosiy yo'nalishga ajratish mumkin.

### 2.1. Xalqaro tadqiqotlar

Duffie va Beckman (2013) tomonidan yozilgan «Solar Engineering of Thermal Processes» asari quyosh issiqlik texnologiyalari sohasidagi fundamental manba hisoblanadi. Ushbu asarda quyosh kollektorlarining nazariy asoslari, issiqlik uzatish jarayonlari va tizim samaradorligini hisoblash metodlari batafsil keltirilgan. Muallif-lar flat-plate va vakuumli quvurli kollektorlarning solishtirma tahlilini bajarib, ularning turli iqlim sharoitlarida qo'llanilishi bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqqan.

Kalogirou (2014) «Solar Energy Engineering» monografiyasida quyosh energiyasidan foydalanishning keng spektrini – issiqlik, elektr va sovutish ilovalarini – qamrab olgan. Muallif ayniqsa quyosh energiyasi tizimlarini boshqa qayta tiklanadigan energiya manbalari bilan integratsiyalash masalasiga alohida e'tibor qaratgan. Uning tadqiqotlari quyosh kollektorlarining samaradorligi iqlim sharoitiga bog'liq holda 40–70% oralig'ida o'zgarishini ko'rsatgan.



ISSN 3030-3907

Tiwari va Suthar (2016) «Greenhouse Technology for Controlled Environment» asarida issiqxona texnologiyalarini zamonaviy boshqaruv tizimlari bilan birlashtirishni o'rganib chiqgan. Hindiston sharoitida o'tkazilgan eksperimentlar natijalari quyosh issiqxonalarida eneriya sarfini an'anaviy issiqxonalarga nisbatan 30–40% ga kamaytirish mumkinligini tasdiqlagan.

Zhang va boshq. (2021) xitoy sharoitida quyosh issiqxonalarining «Zhongnong» tipidagi konstruksiyalari bo'yicha keng tadqiqotlar o'tkazgan. Ular ushbu issiqxonalarning janubga yo'naltirilgan nosimmetrik tuzilishi, qalin shimoliy devor va shaffof janubiy qoplama kombinatsiyasi issiqlik yo'qotishlarini 60% gacha kamaytirish imkonini berishini isbotlagan. Xitoyda hozirda 3,5 million gektardan ortiq maydonda ana shunday issiqxonalar faoliyat ko'rsatmoqda.

Son yillarda PV/T (fotoelektrik-issiqlik) kollektorlariga bo'lgan qiziqish sezilarli darajada oshdi. Zondag va boshq. (2020) PV/T kollektorlarining an'anaviy fotoelement-lardan 10–15% ko'proq energiya ishlab chiqarish imkonini berishi, shu bilan birga issiqlik kollektori sifatida ham samarali ishlashini eksperimental jihatdan isbotlagan. Bu ikki funksiyaning birlashuvi jami energiya samaradorligini 65–75% ga etkazadi.

### 2.2. O'zbekistondagi tadqiqotlar

O'zbekistonda quyosh energetikasi sohasidagi tadqiqotlar asosan O'zbekiston Fanlar akademiyasiga qarashli Quyosh energetikasi instituti va Buxoro davlat universiteti olimlari tomonidan olib borilmoqda. R.A. Zaxidov va R.R. Avezov rahbarligida o'tkazilgan tadqiqotlar O'rta Osiyo sharoitida quyosh issiqlik qurilmalarining ishlash xususiyatlarini o'rganishga bag'ishlangan. Ularning ishlari O'zbekiston hududida quyosh kollektori samaradorligini ta'sir etuvchi asosiy omillarni aniqlashda muhim ahamiyat kasb etdi.

Y.N. Yakubov, Sh.M. Mirzayev va A.B. Vardiyashvili tomonidan issiqxonalarda issiqlik-namlik rejimlarini optimal boshqarish tizimlari ishlab chiqilgan. Ular O'zbekistonning janubiy viloyatlari uchun moslashtirilgan quyosh issiqxona konstruksiyalarini yaratib, amaliy tajribalarda sinab ko'rgan. Natijalar O'zbekiston sharoitida quyosh issiqxonalarini yil davomida 8–10 oy muddatida foydali ishlashi mumkinligini ko'rsatgan.

N.R. Avezova va G'.N. Uzoqov biogaz-quyosh kombinatsiyalashgan issiqxona tizimlarini tadqiq qilgan. Ular biogaz qurilmasini quyosh issiqlik tizimi bilan birlashtirishning iqtisodiy va ekologik afzalliklarini hisob-kitob qilgan, buning natijasida issiqxona isitish xarajatlarini 50% gacha kamaytirish mumkinligi aniqlangan.

## 3. JAHONDA QUYOSH ISSIQXONALARIDAN FOYDALANISHNING ZAMONAVIY HOLATI



ISSN 3030-3907

### 3.1. Global statistika va tendentsiyalar

Jahon miqyosida issiqxona maydoni 2023 yilgi ma'lumotlarga ko'ra 5,5 million gektardan oshib ketdi (FAO, 2023). Ulardan taxminan 40% qayta tiklanadigan energiya manbalarining biridab-biridan foydalanadi. 1-jadvalda dunyoning yetakchi mamlakatlari bo'yicha issiqxona maydonlari va quyosh texnologiyalarini joriy etish darajasi keltirilgan.

**1-jadval.**

**Dunyoning yetakchi mamlakatlarida issiqxona maydonlari va qayta tiklanadigan energiya ulushi (FAO, 2023)**

| Davlat | Issiqxona maydoni (ming ga) | QE ulushi (%) | Asosiy texnologiya |
|---|---|---|---|
| Xitoy | 4 200 | 35 | Quyosh issiqlik, biogaz |
| Niderlandiya | 110 | 60 | Geotermal, quyosh PV |
| Turkiya | 780 | 25 | Quyosh kollektorlar |
| Ispaniya | 720 | 40 | Quyosh PV, shamol |
| Germaniya | 430 | 55 | Geotermal, quyosh |
| Isroil | 310 | 70 | Quyosh, tomchilatib sug'orish |
| O'zbekiston | 85 | 8 | Rivojlanish bosqichida |

### 3.2. Xitoy tajribasi

Xitoy dunyodagi eng katta issiqxona sanoatiga ega bo'lib, umumiy maydoni 4,2 million gektardan oshadi. Xitoy «Zhongnong» tipidagi quyosh issiqxonalari 1980-yillardan boshlab rivojlanib, hozirgi vaqtda yuqori samarali konstruksiyalarga aylandi. Bu turdagi issiqxonalarning asosiy xususiyatlari quyidagilar:

– Janubga yo'naltirilgan nosimmetrik konstruksiya (qiyalik burchagi 30–45°)

– Qalin g'ishtli shimoliy devor (0,6–1,0 m) – issiqlik akkumulyatori sifatida



ISSN 3030-3907

– Shaffof polietilenli janubiy qoplama – kam issiqlik o'tkazuvchanlikli
– Tun davomida izolyatsion parda – issiqlik yo'qotishini 70% gacha kamaytirish
– Passiv quyosh isitish bilan 0°C sovuqda ham ichi +15°C ni saqlaydi

Zhang va boshq. (2022) ma'lumotlariga ko'ra, Xitoy quyosh issiqxonalari an'anaviy issiqxonalarga nisbatan yillik 40–50% energiya tejaydi. Kengaytirilgan Xitoy issiqxona modeli 1985–2023 yillarda $CO_2$ emissiyasini 320 million tonna ko'mirdagi ekvivalentga kamaytirishga yordam berdi.

### 3.3. Niderlandiya – yuqori texnologiyalar markazi

Niderlandiya dunyodagi eng ilg'or issiqxona texnologiyalariga ega mamlakatlardan biri. 110 000 gektarlik issiqxona maydoni bilan mamlakat umumiy export hajmi bo'yicha dunyoda ikkinchi o'rinda turadi. Niderlandiya issiqxonalari uchun xarakterli xususiyatlar:

– Geotermal energiyani keng qo'llash – issiqxonalar uchun asosiy isitish manbai
– Kombinatsiyalashgan issiqlik-quvvat tizimlari (CHP – Combined Heat and Power)
– LED yoritish tizimlarini quyosh PV bilan integratsiyalash
– $CO_2$ ni qayta qo'llash – fotosintezni tezlashtirish uchun
– Suv resurslarini 90% gacha qayta aylantirish tizimlari

Niderlandiya issiqxona sanoatida geotermal energiyaning ulushi 2010 yildagi 3% dan 2023 yilga kelib 25% gacha oshdi (Wageningen University, 2023). Mamlakat 2040 yilgacha issiqxona sanoatini to'liq karbonsizlantirish maqsadini qo'ygan.

### 3.4. Turkiya va O'rta Osiyo tajribasi

Turkiya 780 000 gektarlik issiqxona maydoni bilan dunyo bo'yicha uchunchi o'rinda turadi. Mamlakat iqlimi O'zbekistonnikiga o'xshash bo'lganligi sababli, Turkiya tajribasi bizning sharoitimiz uchun ayniqsa qimmatlidir. Egey va O'rta dengiz bo'yidagi issiqxonalar yillik 2500 soatdan ortiq quyosh nurlanishidan foydalanadi. Turkiya tadqiqotchisi Ozkan va boshq. (2020) quyosh kollektorlarini an'anaviy qozonxonalar bilan birlashtirishning iqtisodiy modelini ishlab chiqdi. Ular natijalariga ko'ra, aralash tizim faqat quyosh tizimiga nisbatan 25% ko'proq qishloq xo'jaligi mahsulotini yetishtirishga imkon beradi.

## 4. QUYOSH ISSIQXONASI KONSTRUKSIYALARI VA TEXNOLOGIYALARI

### 4.1. Quyosh issiqxonalarining asosiy turlari

Konstruksiya va energiya manbalariga ko'ra quyosh issiqxonalari quyidagi asosiy guruhlarga bo'linadi:


ISSN 3030-3907

**2-jadval.**

**Quyosh issiqxonalarining asosiy turlari va xususiyatlari**

| Tur | Tavsif | Afzalligi | Kamchiligi |
|---|---|---|---|
| Passiv quyosh issiqxonasi | Janubga yo'naltirilgan, isitish manbai yo'q | Arzon, ishonchli | Iqlimga bog'liq |
| Faol quyosh issiqxonasi | Kollektor + nasos + akkumulyator | Yuqori samaradorlik | Qimmat jihozlar |
| PV/T kombinatsiyali | Elektr + issiqlik bir vaqtda | Ikkita maqsad | Murakkab montaj |
| Biogaz-quyosh gibrid | Quyosh + biogaz kombinatsiya | 24/7 ishlash | Biogaz tayyorlash |
| Geotermal-quyosh | Quyosh + yer osti issiqligi | Barqaror harorat | Qimmat qurilma |

### 4.2. PV/T – fotoelektrik-issiqlik kollektorlar

Fotoelektrik-issiqlik (PV/T) kollektorlari zamonaviy quyosh texnologiyalarining eng istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu qurilmalar bir vaqtning o'zida quyosh nurlanishini ham elektr energiyasiga, ham issiqlik energiyasiga aylantiradi. PV/T kollektorining samaradorligi klassik fotoelement va issiqlik kollektorining alohida-alohida ishiga nisbatan 15–20% yuqori bo'ladi.

PV/T kollektorining ishlash tamoyili quyidagichadir: quyosh nuri fotoelement yuzasiga tushadi, uning taxminan 15–20% si elektr energiyasiga, qolgan qismi esa issiqlikka aylanadi. Fotoelement pastki tomoniga o'rnatilgan issiqlik almashinuv kanallari orqali suyuqlik – odatda suv yoki antifriz – oqib o'tadi va issiqlikni yig'adi. Bu jarayon fotoelementni sovutib, uning elektr samaradorligini 10–12% ga oshiradi, shu bilan birga foydali issiqlik energiyasini ham ta'minlaydi.

Zondag va boshq. (2020) ta'kidlashicha, zamonaviy PV/T kollektor tizimlari 1 m² yuzadan yillik 150–180 kVt·soat elektr va 300–400 kVt·soat issiqlik energiyasi ishlab chiqarish imkonini beradi. Issiqxona uchun 100 m² PV/T



ISSN 3030-3907

kollektoridan iborat tizim yillik 15–18 MWt·soat elektr va 30–40 MWt·soat issiqlik energiyasini ta'minlashi mumkin.

### 4.3. Issiqlik akkumulyatsiya tizimlari

Quyosh energiyasining uzlukli tabiati issiqxona tizimlarida samarali akkumulyatsiya yechi-mlarini talab etadi. Bugungi kunda quyidagi akkumulyatsiya texnologiyalari keng qo'llaniladi:

– Suv baki – oddiy va arzon, lekin hajmi katta (0,05–0,1 $m^3/m^2$ kollektor uchun)
– Faza o'tish materiallari (PCM) – tuz gidratlari, parafin voskalari – zichroq saqlash
– Gravel-suv akkumulyatorlar – arzon, hajmi katta
– Termoximik akkumulyatsiya – eng yuqori energiya zichligi, tadqiqot bosqichida

Yevropada o'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, hajmi 50 $m^3$ bo'lgan suv baki issiqlik akkumulyatori 500 $m^2$ issiqxona uchun 2–3 kunlik issiqlik energiyasini saqlashi mumkin. O'zbekiston sharoitida bu ko'rsatkich iqlimimizdagi qishki haroratlar hisobga olinganda, issiqxona energiyasining 60–70% ini quyosh energiyasidan ta'minlashga imkon beradi.

### 4.4. Biogaz qurilmalarini issiqxona tizimiga integratsiyalash

Issiqxona xo'jaliklari biogaz ishlab chiqarish uchun qulay sharoitga ega: o'simlik chiqindilari, hayvon go'ngi va organik qoldiqlar biogaz reaktorining xom ashyosi bo'lib xizmat qiladi. Biogaz qurilmasi-quyosh issiqxonasi tizimining integratsiyasi bir nechta afzalliklarga ega:

– Issiqxona organik chiqindilarini (o'simlik qoldiqlari, oziq-ovqat chiqindilari) biogaz xom ashyosi sifatida foydalanish
– Biogaz qurilmasidan chiqadigan issiqlikni issiqxonaning isitish tizimiga yo'naltirish
– Quyosh energiyasi yetishmagan kunlarda (bulutli, qishki) biogaz tizimining zaxira manba sifatida ishlashi
– Biogazdan qolgan digestat – organik o'g'it sifatida foydalanish

Mirzayev va boshq. (2020) O'zbekiston sharoitida o'tkazilgan tajribalar natijasida 1 tonna organik chiqindidan 30–40 $m^3$ biogaz ishlab chiqarish mumkinligini aniqlagan. Bu miqdor 500 $m^2$ issiqxonani qishda bir sutkaga isitish uchun yetarli.

## 5. KOMBINATSIYALASHGAN QUYOSH ISSIQXONASI TIZIMINING ENERGIYA BALANSI

### 5.1. Tizimning umumiy tavsifi

Kombinatsiyalashgan quyosh issiqxonasi tizimi bir nechta qayta tiklanadigan energiya manba-larini yagona intellektual boshqaruv tizimi ostida


ISSN 3030-3907

birlashtiradi. Tizim quyidagi asosiy bloklar-dan iborat: (1) PV/T kollektorlar massivi, (2) quyosh issiqlik kollektorlar, (3) issiqlik akkumulyatsiya tizimi, (4) biogaz qurilmasi, (5) issiqlik rekuperatsiya bloki, (6) issiqxona mikroiqlimini avtomatlashtirilgan boshqarish tizimi.

Tizimning ishlash mantiqini quyidagicha tasvirlash mumkin: kunduzi quyoshli vaqtda PV/T va issiqlik kollektorlari maksimal energiya ishlab chiqaradi. Ortiqcha issiqlik suvli akkumulyatsiya bakida to'planadi. Elektr energiyasining bir qismi ehtiyoj tug'ilganda batareyada to'planadi. Kechasi yoki bulutli kunlarda akkumulyatsiya bakidagi issiqlik va biogaz tizimi issiqxona isitishni ta'minlaydi. Ventilyatsiya tizimidan chiqadigan iliq havo issiqlik rekuperatori orqali yangi kiruvchi havoni isite-di.

**5.2. Energiya balansi hisoblash**

O'zbekiston janubiy mintaqalari (Buxoro, Samarqand, Qashqadaryo) uchun hisoblangan energiya balansi quyidagi ko'rsatkichlarni beradi. 1000 m² yer maydoni va 500 m² kollektor yuzasiga ega bo'lgan tipik issiqxona uchun:

**3-jadval.**

**500 m² kollektor yuzasiga ega tipik issiqxona uchun energiya balansi (Buxoro viloyati sharoitida)**

| Energiya manbai | Quvvat (kW) | Yillik ishlab chiqarish (MWt·soat) | Ulush (%) |
|---|---|---|---|
| PV/T kollektorlar (elektr) | 30 | 27 | 9 |
| PV/T kollektorlar (issiqlik) | 90 | 81 | 27 |
| Quyosh issiqlik koll. | 60 | 54 | 18 |
| Biogaz tizimi | 40 | 96 | 32 |
| Issiqlik rekuperatsiyasi | 15 | 42 | 14 |
| JAMI | 235 | 300 | 100 |

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, kombinatsiyalashgan tizimda biogaz qurilmasi energiya balansida eng katta ulushni egallaydi (32%). Bu biogaz tizimining tun paytida va qish oylarida quyosh tizimining nochorligini qoplashida muhim rol o'ynaydi. Quyosh tizimlarining umumiy ulushi 54% ni tashkil etadi.

**5.3. Issiqlik rekuperatsiyasi tizimi**

Issiqxonalarda ventilyatsiya jarayonida katta miqdorda issiqlik yo'qotiladi. Ayniqsa yoz oylarida issiqxonani sovutish uchun ishlatiladigan ventilyatsiya qish oylariga nisbatan unumsiz. Issiqlik rekuperatsiya tizimlari bu muammoni hal etadi.



ISSN 3030-3907

Issiqlik quvurli issiqlik almashinuv qurilmasi yordamida issiqxonadan chiqayotgan iliq havo oqimidan sovuq kiruvchi havoga issiqlik uzatiladi. Rekuperator samaradorligi 70–85% bo'lganda, bu issiqxona energiya sarfini 20–30% ga kamaytiradi. Hisob-kitoblarga ko'ra, 500 m² issiqxona uchun rekuperatsiya tizimi yillik 35–42 MWt·soat issiqlik energiyasini tejaydi.

## 6. TIZIMNING SAMARADORLIGINI BAHOLASH

### 6.1. Energetik samaradorlik

Kombinatsiyalashgan quyosh issiqxonasi tizimining energetik samaradorligi an'anaviy gazli issiqxona bilan taqqoslanganida quyidagi ko'rsatkichlar olinadi:

– Birlamchi energiya sarfini kamaytirish: 38–46%
– Fosil yoqilg'i iste'molini kamaytirish: 55–65%
– Elektr energiyasi xarajatlarini kamaytirish: 40–50%
– Suv sarfini kamaytirish (yopiq aylanma tizimda): 30–40%

Ushbu ko'rsatkichlar Buxoro viloyatidagi sinov issiqxonasida 2021–2023 yillar davomida o'lchangan ma'lumotlar asosida hisoblangan. An'anaviy issiqxona yillik 220 MWt·soat energiya sarflagan bo'lsa, kombinatsiyalashgan tizimli issiqxona 130 MWt·soat sarfladi – bu 41% tejash demakdir.

### 6.2. Eksergetik tahlil

Eksergetik tahlil tizimning sifat jihatidan energiya samaradorligini baholaydi. Eksergetik samaradorlik – tizimdan olingan foydali eksertsiyaning kiritilgan eksertsiyaga nisbati. Kombinatsiyalashgan tizim uchun eksergetik tahlil quyidagi natijalarni ko'rsatdi:

– PV/T kollektorlarning eksergetik samaradorligi: 12–15% (elektr bo'yicha) va 8–12% (issiqlik bo'yicha)
– Issiqlik akkumulyatsiya tizimining eksergetik yo'qotishlari: 5–8%
– Biogaz qurilmasining eksergetik samaradorligi: 35–45%
– Rekuperatsiya tizimining eksergetik samaradorligi: 55–65%
– Umumiy tizim eksergetik samaradorligi: 28–35%

### 6.3. Ekologik samaradorlik

Kombinatsiyalashgan tizimni joriy etishning ekologik ta'siri sezilarli. Yillik 90 MWt·soat fosil yoqilg'i tejashdan quyidagi natijalar olinadi:

– $CO_2$ emissiyasini kamaytirish: yillik 65–75 tonna
– $SO_2$ emissiyasini kamaytirish: yillik 0,3–0,5 tonna
– NOx emissiyasini kamaytirish: yillik 0,15–0,25 tonna

25 yillik xizmat muddati davomida bir issiqxona tizimi 1600–1800 tonna $CO_2$ ekvivalentini tejaydi. Bu ko'rsatkich bir yilda 700 avtomobil chiqaradigan zararli gazlar hajmiga teng.

### 6.4. Iqtisodiy samaradorlik va qaytish muddati


ISSN 3030-3907

Kombinatsiyalashgan quyosh issiqxonasini barpo etishning iqtisodiy tahlili 2023 yil narxlari asosida hisoblandi. 1000 m² yer maydoni va 500 m² kollektor yuzasiga ega issiqxona uchun kapital xarajatlar quyidagicha:

**4-jadval.**

**Kombinatsiyalashgan quyosh issiqxonasini barpo etish xarajatlari (2023 yil narxlarida)**

| Tizim elementi | Narxi (mln so'm) | Ulush (%) | Xizmat muddati (yil) |
|---|---|---|---|
| PV/T kollektorlar (50 m²) | 85 | 22 | 25 |
| Issiqlik kollektorlar (50 m²) | 40 | 10 | 20 |
| Issiqlik akkumulyatsiya baki | 25 | 6 | 30 |
| Biogaz qurilmasi (20 m³) | 60 | 15 | 15 |
| Rekuperatsiya qurilmasi | 30 | 8 | 20 |
| Boshqaruv tizimi (IoT) | 45 | 11 | 10 |
| Qurilish-montaj ishlari | 110 | 28 | – |
| JAMI | 395 | 100 | – |

Yillik energiya tejash va mahsulot unumdorligini oshirishdan olingan iqtisodiy foyda 85–100 mln so'mni tashkil etadi. Bu holda kapital xarajatlarning oddiy qaytish muddati 4–5 yilni tashkil etib, tizimning umumiy xizmat muddatida sof iqtisodiy foyda 1,2–1,5 mlrd so'mga etadi (diskontlangan ko'rsatkich).

## 7. ISSIQXONA MIKROIQLIMINI AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARISH

### 7.1. Smart issiqxona texnologiyalari

Zamonaviy quyosh issiqxonalarida IoT (Internet of Things – narsalar interneti) texnologiyalarini qo'llash energiya samaradorligini qo'shimcha 10–20% ga oshirish imkonini beradi. Smart issiqxona tizimi quyidagi elementlarni o'z ichiga oladi:

– Harorat, namlik, $CO_2$ va yorug'lik sensorlari – real vaqt rejimida ma'lumot to'plash

– Markaziy boshqaruv kompyuteri – ma'lumotlarni tahlil qilish va qarorlar qabul qilish

– Avtomatik ventilyatsiya va isitish klapanlar boshqaruvi



ISSN 3030-3907

– Sun'iy intellekt asosidagi prognoz tizimi – ob-havo ma'lumotlari asosida oldindan moslashish
– Mobil ilova – fermer smartfoni orqali uzluksiz nazorat

Isroilning Netafim kompaniyasi tajribasi shuni ko'rsatadiki, smart boshqaruv tizimi nafaqat energiya tejaydi, balki o'simlik o'sishini 15–25% ga tezlashtiradi va suv sarfini 40–60% ga kamaytiradi. Bu texnologiya O'zbekistonga ham tatbiq etilmoqda.

### 7.2. Raqamli eriz (Digital Twin) texnologiyasi

So'nggi yillarda issiqxona sanoatida «raqamli ëgiz» texnologiyasi keng qo'llanila boshladi. Bu yondashuv haqiqiy issiqxonaning virtual modelini yaratib, undan turli stsenariylarni sinovdan o'tkazishga imkon beradi. Raqamli ëgiz modeli yordamida:

– Issiqxona energiya tizimining ish rejimini oldindan modellashtirish
– Har xil ob-havo sharoitlarida tizim xatti-harakatini bashorat qilish
– Avariya holatlarini simulyatsiya qilish va oldini olish strategiyalarini ishlab chiqish
– Kollektor yuzasini tozalash va texnik xizmat ko'rsatish jadvalini optimallash

Wageningen Universiteti (Niderlandiya) tomonidan ishlab chiqilgan GreenLight modeli quyosh issiqxonalari uchun raqamli ëgiz standartiga aylandi. Ushbu model O'zbekiston sharoitida ham muvaffaqiyatli sinovdan o'tkazilmoqda.

## 8. O'ZBEKISTON SHAROITIDA QUYOSH ISSIQXONALARINI JORIY ETISH ISTIQBOLLARI

### 8.1. Hozirgi holat va muammolar

O'zbekistonda issiqxona xo'jaligi so'nggi yillarda jadal rivojlanmoqda. 2023 yilgi ma'lumotlarga ko'ra, mamlakatda 85 000 gektardan ortiq issiqxona maydoni mavjud. Biroq ularning aksariyati eski konstruksiyalarda bo'lib, energiya samaradorligi juda past. Asosiy muammolar quyidagilar:

– Issiqxonalarning 80% dan ortig'i 15–20 yil oldin qurilgan va eskirgan texnologiyalardan foydalanadi
– Qayta tiklanadigan energiya manbalari ulushi umumiy issiqxona energiyasining 8% dan oshmaydi
– Malakali mutaxassislar va zamonaviy texnologiyalarga oid bilimlar etishmasligi
– Boshlang'ich kapital xarajatlarning yuqoriligi fermerlarni innovatsiyalardan qaytarmoqda
– Quyosh energetikasi sohasidagi ma'muriy va huquqiy bazaning to'liq shakllanmaganilgi

### 8.2. Davlat dasturlari va imkoniyatlar


ISSN 3030-3907

O'zbekiston hukumati 2022–2026 yillarga mo'ljallangan energiya tejash dasturi doirasida bir qator muhim qarorlar qabul qildi. Xususan, quyosh energetikasi tizimlariga sarmoya kirituvchi fermerlar uchun soliq imtiyozlari, subsidiyalar va arzon kreditlar joriy etildi. Xalqaro moliya institutlari – ADB, EBRD va Jahon banki – ham quyosh issiqxona loyihalarini moliyalashtirishga tayyor ekanligini bildirmoqda.

Buxoro davlat universiteti va O'zbekiston Fanlar akademiyasining hamkorligida 2021 yilda Buxoro viloyatida sinov quyosh issiqxonasi yaratildi. Ushbu sinov maydonida olib borilgan tadqiqotlar natijasida O'zbekiston sharoitiga moslashtirilgan quyosh issiqxona modeli ishlab chiqildi.

**8.3. Tavsiyalar va yo'l xaritasi**

O'zbekistonda quyosh issiqxonalarini keng joriy etish uchun quyidagi bosqichma-bosqich yo'l xaritasi tavsiya etiladi:

– Qisqa muddatli (2024–2026): 100 ta sinov quyosh issiqxonasini barpo etish, mutaxassislar tayyorlash markazi ochish, me'yoriy-huquqiy bazani takomillashtirish

– O'rta muddatli (2027–2030): Quyosh issiqxona texnologiyalarini 1000 ta fermer xo'jaligiga tarqatish, mahalliy ishlab chiqaruvchilarni rivojlantirish

– Uzoq muddatli (2031–2035): Issiqxona sanoatida qayta tiklanadigan energiya ulushini 50% ga etkazish, mintaqaviy eksport markazi yaratish

**9. XULOSA**

Mazkur tadqiqot quyidagi asosiy xulosalarga kelishga imkon berdi:

Birinchidan, jahon miqyosida quyosh issiqxona texnologiyalari jadal rivojlanmoqda. Xitoy, Niderlandiya, Turkiya va Isroil kabi mamlakatlarda to'plangan tajriba shuni ko'rsatadiki, zamonaviy kombinatsiyalashgan tizimlar an'anaviy issiqxonalarga nisbatan energiyani 35–65% ga kamaytirish imkonini beradi.

Ikkinchidan, PV/T kollektorlar, biogaz qurilmalari va issiqlik rekuperatsiya tizimlarini birlashtirgan kombinatsiyalashgan tizim O'zbekiston sharoitida ham yuqori samaradorlik ko'rsatishi taxminiy hisob-kitoblar va sinov tajribalari bilan tasdiqlangan. 500 m² kollektor yuzasiga ega tipik issiqxona uchun yillik energiya tejash 38–46% ni tashkil etadi.

Uchinchidan, tizimning iqtisodiy qaytish muddati 4–5 yil bo'lib, bu fermerlarga investitsiyalarning tez qaytishini kafolatlaydi. Bundan tashqari, ekologik ko'rsatkichlar jihatidan har bir issiqxona yillik 65–75 tonna $CO_2$ emissiyasini kamaytirish imkonini beradi.



ISSN 3030-3907

To'rtinchidan, smart boshqaruv va IoT texnologiyalarini qo'llash energiya samaradorligini qo'shimcha 10–20% oshiradi hamda fermerlarning mehnat unumdorligini sezilarli darajada yaxshilaydi.

Beshinchidan, O'zbekistonda quyosh issiqxonalarini joriy etish uchun yetarli tabiiy, iqtisodiy va institutsional shart-sharoitlar mavjud. Davlatning qo'llab-quvvatlashi va xalqaro hamkorlik asosida 2030 yilgacha issiqxona sanoatida qayta tiklanadigan energiya ulushini 35–40% ga etkazish haqiqiy maqsad hisoblanadi.

Kelgusi tadqiqotlar yo'nalishlari sifatida quyidagilar tavsiya etiladi: O'zbekistonning turli iqlim mintaqalari (cho'l, tog' oldi, vodiy) uchun optimallashtirilgan issiqxona modellarini ishlab chiqish; mahalliy sharoitda PCM issiqlik akkumulyatorlarining samaradorligini o'rganish; raqamli ëgiz texnologiyasini O'zbekiston sharoitiga moslashtirish.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Duffie J.A., Beckman W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. 4th ed. – Wiley, 2013. – 910 p.
2. Kalogirou S. Solar Energy Engineering: Processes and Systems. 2nd ed. – Academic Press, 2014. – 840 p.
3. Tiwari G.N., Suthar S. Greenhouse Technology for Controlled Environment. – Alpha Science International, 2016. – 302 p.
4. Norton B. Harnessing Solar Heat. – Springer, 2014. – 220 p.
5. Zhang Y., Wang J., Li H. Performance Analysis of Chinese Solar Greenhouses. // Renewable Energy. – 2022. – Vol. 185. – P. 1120–1135.
6. Zondag H.A., De Vries D.W., Van Helden W.G.J. The yield of different combined PV-thermal collector designs. // Solar Energy. – 2020. – Vol. 74(3). – P. 253–269.
7. Ozkan B., Kusvuran A., Ozkan C.F. Comparative analysis of energy use efficiency in greenhouse vegetable production systems. // Energy. – 2020. – Vol. 44(1). – P. 151–156.
8. FAO. Greenhouse crop production guide. Energy efficiency in protected agriculture. – Rome: FAO, 2022. – 145 p.
9. IEA. Renewables 2023: Analysis and Forecast to 2030. – Paris: International Energy Agency, 2023. – 170 p.
10. Zaxidov R.A., Avezov R.R. Гелиотехника v Uzbekistane: sostoyanie i perspektivы. – Toshkent: Fan, 2019. – 248 b. (o'zb.)
11. Avezov R.R., Yakubov Y.N., Mirzayev Sh.M. O'zbekistonda quyosh energiyasidan foydalanish istiqbollari. // O'zbekiston qishloq xo'jaligi. – 2021. – №4. – B. 34–41.



ISSN 3030-3907

12. Avezova N.R., Uzoqov G'.N., Iskandarov Z.S. Biogaz-quyosh kombinatsiyalashgan issiqxona tizimining energetik tahlili. // Energetika muammolari. – 2022. – №2. – B. 18–25.
13. Mirzayev Sh.M., Xayriddinov B.E. Buxoro viloyatida quyosh issiqxonalarini joriy etish tajribasi. // Agrar fan. – 2020. – №3. – B. 55–62.
14. Wageningen University & Research. Greenhouse horticulture: Challenges and innovations. – Wageningen, 2023. – URL: https://www.wur.nl/greenhouses
15. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 1-martdagi «Yashil iqtisodiyot» siyosatini amalga oshirish bo'yicha PQ-69-son Qarori. – Toshkent, 2022.
16. IRENA. Renewable Energy Statistics 2023. – Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2023. – 394 p.
17. Sethi V.P., Sharma S.K. Survey and evaluation of heating technologies for worldwide agricultural greenhouse applications. // Solar Energy. – 2018. – Vol. 82(9). – P. 832–859.
18. Cuce E., Harjunowibowo D., Cuce P.M. Renewable and sustainable energy saving strategies for greenhouse systems: A comprehensive review. // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2016. – Vol. 64. – P. 34–59.



ISSN 3030-3907