MUHANDISLIK & IQTISODIYOT

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

2026-YIL
OKTABR / 10-SON III-QISM



Milliy nashrlar

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

05.00.00 - Texnika fanlari
08.00.00 - Iqtisodiyot fanlar

Google Scholar

ISSN INTERNATIONAL STANDARD SERIAL NUMBER INTERNATIONAL CENTRE

OpenAIRE



ISSN: 3060-463X

РЭУ.РФ ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА ТАШКЕНТСКИЙ ФИЛИАЛ

TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI

TOSHKENT AXBOROTLASHTIRISH

muhandislik & iqtisodiyot

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

Elektron nashr, 2026-yil, oktabr.

Bosh muharrir:
Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:
Shakarov Zafar G'afforovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, PhD, dotsent

Tahrir hay'ati:
Abduraxmanov Kalandar Xodjayevich, O'z FA akademigi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Sharipov Kongratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori, professor
Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Shaumarov Said Sanatovich, texnika fanlari doktori, professor
Turayev Bahodir Xatamovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Allayeva Gulchexra Jalgasovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Arabov Nurali Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Xamrayeva Sayyora Nasimovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Bobonazarova Jamila Xolmurodovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Irmatova Aziza Baxromovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Bo'taboyev Mahammadjon To'ychiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor
Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor,
Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Amanov Otabek Amankulovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Qurbonov Samandar Pulatovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Zikriyoyev Aziz Sadulloyevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Tabayev Azamat Zaripbayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Sxay Lana Aleksandrovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Ismoilova Gulnora Fayzullayevna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Kasimova Nargiza Sabitdjanovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Kalanova Moxigul Baxritdinovna, dotsent
Ashurzoda Luiza Muxtarovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Sharipov Sardor Begmaxmat o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Tursunov Ulug'bek Sativoldiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent
Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD
Botirov Bozorbek Musurmon o'g'li, Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)
Jo'raeva Malohat Muhammadovna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor.
Yusupov Maxamadamin Abduxamidovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor
Kalonova Moxigul Baxritdinovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi (PhD), dotsent
Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor.
Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Norboyev Odil Abrayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Pardaev Umidjon Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor
Xolmirzayev Ulug'bek Abdulazizovich, Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc)

muhandislik & iqtisodiyot

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

05.01.00 – Axborot texnologiyalari, boshqaruv va kompyuter grafikasi
05.01.01 – Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va video texnologiyalari
05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash
05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari
05.01.04 – Hisoblash mashinalari, majmualari va kompyuter tarmoqlarining matematik va dasturiy ta'minoti
05.01.05 – Axborotlarni himoyalash usullari va tizimlari. Axborot xavfsizligi
05.01.06 – Hisoblash texnikasi va boshqaruv tizimlarining elementlari va qurilmalari
05.01.07 – Matematik modellashtirish
05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta'minoti
05.04.01 – Telekommunikasiya va kompyuter tizimlari, telekommunikasiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
05.05.03 – Yorug'lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
05.06.01 – To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
05.08.03 – Temir yo'l transportini ishlatish
05.08.06 – "G'ildirakli va gusenisali mashinalar va ularni ishlatish" (texnika fanlari)
05.09.01 – Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlar
05.09.04 – Suv ta'minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini muhofazalovchi qurilish tizimlari
10.00.06 – Qiyosiy adabiyotshunoslik, chog'ishtirma tilshunoslik va tarjimashunoslik
10.00.04 – Yevropa, Amerika va Avstraliya xalqlari tili va adabiyoti
08.00.01 – Iqtisodiyot nazariyasi
08.00.02 – Makroiqtisodiyot
08.00.03 – Sanoat iqtisodiyoti
08.00.04 – Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti
08.00.05 – Xizmat ko'rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
08.00.06 – Ekonometrika va statistika
08.00.07 – Moliya, pul muomalasi va kredit
08.00.08 – Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
08.00.09 – Jahon iqtisodiyoti
08.00.10 – Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
08.00.11 – Marketing
08.00.12 – Mintaqaviy iqtisodiyot
08.00.13 – Menejment
08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
08.00.15 – Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
08.00.17 – Turizm va mehmonxona faoliyati

Ma'lumot uchun, OAK Rayosatining 2024-yil 28-avgustdagi 360/5-son qarori bilan "Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxati"ga texnika va iqtisodiyot fanlari bo'yicha "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali ro'yxatga kiritilgan.

Muassis: "Tadbirkor va ishbilarmon" MChJ

Hamkorlarimiz:

1. Toshkent shahridagi G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti
2. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
3. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universiteti
4. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
5. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
6. Toshkent davlat transport universiteti
7. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
8. Toshkent kimyo-texnologiya universiteti
9. Jizzax politexnika instituti

MUNDARIJA • СОДЕРЖАНИЕ • CONTENTS

MUNDARIJA

ГИБРИДНЫЙ МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ИММЕРСИВНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ БАЗЫ ЗНАНИЙ И МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ 9
Хасанмансур Тимурович Ядгаров, Ботир Болтаевич Элов
AGRAR SOHANI MOLIYALASHTIRISHDA DAVLAT QO‘LLAB-QUVVATLASHI VA BANKDAN TASHQARI VOSITALARNING O‘RNI 16
Nasriddin Fattiyevich Buronov
SUN’IY INTELLEKT VA RAQAMLI TRANSFORMATSIYA SHAROITIDA INSON KAPITALIGA INVESTITSIYALARNI JALB ETISHNING KONSEPTUAL ASOSLARI 22
Akhmadaliyeva Nikhola
A HYBRID ADAPTIVE LARGE NEIGHBOURHOOD SEARCH ALGORITHM FOR ROUTING LESS-THAN-TRUCKLOAD PICKUPS WITH TIME WINDOWS AND TWO-DIMENSIONAL CAPACITY 27
Hamzayev Ulug‘bek Habibulla o‘g‘li
DIGITAL ECONOMY AND ECONOMIC GROWTH: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES IN THE MODERN ERA 36
Shoymardonov Axrorjon Azamat ugli
SIRDARYO VILOYATIDA OILAVIY MAKTABGACHA TA’LIM XIZMATLARIGA TALAB VA MARKETING SAMARADORLIGINI KO‘P MEZONLI BAHOLASH USLUBIYATINI TAKOMILLASHTIRISH 42
Mamanazarova Sohiba Abdug‘aniyevna
KORPORATIV BOSHQARUV SAMARADORLIGINI OSHIRISH ORQALI AKSIYADORLIK JAMIYATLARINING TO‘LOVGA QOBILLIGINI TA’MINLASH MEXANIZMLARI 47
Askarov Ziyodulla Usmanaliyevich
RESURSLARI CHEKLANGAN VIDEOKUZATUV TIZIMLARIDA ANOMAL XATTI-HARAKATLARNI ANIQLASHNING NEYRO-MODEL ALGORITMLARI 53
Xolmatov Azizbek Tolibjonovich
ПОЭТАПНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ САМОЗАНЯТОСТИ В УЗБЕКИСТАНЕ: ОТ РЕГИСТРАЦИИ ДО СОЗДАНИЯ ОФИЦИАЛЬНЫХ НАЁМНЫХ РАБОЧИХ МЕСТ 57
Абдумухтаров Анваржон Акрамжонович
TIJORAT BANKLARINING YASHIL LOYIHALARNI MOLIYALASHTIRISHDAGI ROLI 68
Butanova Dilnoza Rustamovna
ORQA TOMONI SUV BILAN SOVITILADIGAN QUYOSH PANELINING ISSIQLIK HOLATINI ANALITIK VA SONLI USULLARDA BAHOLASH 76
Sadullayev Nasillo, Nematov Shuxrat, Soliyeva Z.N.
ANOR YETISHTIRISH VA SOTISHNI IQTISODIY BAHOLASH 83
Irgashev Abbos Jumanazarovich
XIZMAT KO‘RSATISH KORXONALARIDA ENERGIYA SAMARADORLIGINI BOSHQARISHNING INTEGRATSIYALASHGAN TASHKILIY-IQTISODIY MEXANIZMINI SHAKLLANTIRISH VA UNING NATIJADORLIGINI KO‘P MEZONLI BAHOLASH METODOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH 89
Hamroyev Halim, Toyirova Hamida
DAVLAT BUDJETI XARAJATLARINI REJALASHTIRISHDA SHAFFOFLIK VA HISOBDORLIKNI TA’MINLASH MEXANIZMLARI 97
Mamadaliyev Akmaljon G‘ayrataliyevich
TIJORAT BANKLARINING VALYUTA OPERATSIYALARIDAGI RISKLARNI BAHOLASH VA RISKKA ASOSLANGAN NAZORATNI TAKOMILLASHTIRISH 102
Muxsinov Nabijon Toxirovich
KICHIK BIZNES SUBYEKTLARINI KREDITLASHNING DOLZARB MASALALARI 107
Ergashev Iskandar Urunovich

HYBRID CLUSTERING AND GENERALIZED ASSESSMENT FOR INTELLIGENT ANALYSIS OF MAHALLA ACTIVITY INDICATORS..... 112
Allamurodov Norbobo Tursun o‘g‘li, Hamzayev Ulug‘bek Habibulla o‘g‘li
DAVLAT ISHTIROKIDAGI TRANSPORT KORXONALARIDA KORPORATIV MANFAATLAR TO‘QNASHUVINING INVESTITSION QARORLARGA TA’SIRI 121
Raxmatov Ziyodullo Nosirovich
HUDUDLARNING ELEKTRON TIJORAT SALOHIYATINI BAHOLASHNING INNOVATSION METODOLOGIYASI..... 128
Ravshanova Muhayyo Maxmanazarovna
NODAVLAT NOTIJORAT TASHKILOTLARI FAOLIYATINI MOLIYALASHTIRISHNING ZAMONAVIY MEXANIZMLARINI RIVOJLANTIRISH 133
Po‘latov Sardor Akmal o‘g‘li
TUPROQQA ISHLOV BERADIGAN MASHINALAR ISH ORGANLARI ISH RESURSINI OSHIRISHDA MAHALLIY XOMASHYOLARDAN FOYDALANISHNING ISTIQBOLLARI VA MATERIAL TARKIBINI ISHLAB CHIQISH 142
Qosimov Karimjon, Qosimova Malohatxon
TERMIZ SHAROITIDA FOTOELEKTRIK TIZIMLARNING FIZIK PARAMETRLARINI TAQQOSLASH 150
Boysori Yuldoshov, Jahongir Eshonqulov

MUNDARIJA • СОДЕРЖАНИЕ • CONTENTS

TERMIZ SHAROITIDA FOTOELEKTRIK TIZIMLARNING FIZIK PARAMETRLARINI TAQQOSLASH

Boysori Yuldoshov
Termiz davlat universiteti Fizika kafedrasi katta o‘qituvchisi
E-mail: b.yuldoshov10@mail.ru+
ORCID: 0000-0001-6614-6596

Jahongir Eshonqulov
TISU Cambridge International School, fizika fani o‘qituvchisi
E-mail: fizikapm@gmail.com
ORCID: 0009-0003-7526-983X

Annotatsiya. Tadqiqotda elektr quvvati 60 W bo‘lgan fotoelektrik batareyaning fizik parametrlari Termiz shahrining eng issiq iqlim sharoitida tahlil qilindi. Meteorologik ko‘rsatkichlar va fotoelektrik batareyaning fizik parametrlari PVGIS dasturiy majmuasi, NASA POWER ma’lumotlar bazasi, fotoelektrik batareyalarning harorat xarakteristikalari hamda IEC 61215 xalqaro standarti asosida nominal ishchi harorat (NOCT) ko‘rsatkichini hisobga olgan holda aniqlandi. Shuningdek, tadqiqot doirasida har birining maksimal quvvati 60 W bo‘lgan uchta fotoelektrik batareyadan tashkil topgan, ikki xil konstruktiv yechim asosida ishlab chiqilgan tizimlarning elektr energiyasi ishlab chiqarish ko‘rsatkichlari o‘zaro taqqoslandi.

Kalit so‘zlar: fotoelektrik batareya, quyosh nurlanishi intensivligi, havo harorati, qisqa tutashuv toki, salt ishlash kuchlanishi, maksimal quvvat, quyosh energiyasi.

Аннотация. *В исследовании проанализированы физические параметры фотоэлектрического модуля электрической мощностью 60 Вт в условиях наиболее жаркого периода года в городе Термезе. Метеорологические показатели и физические параметры фотоэлектрического модуля определены на основе программного комплекса PVGIS, данных базы NASA POWER, температурных характеристик фотоэлектрических модулей, а также с учётом номинальной рабочей температуры фотоэлектрического элемента (NOCT) в соответствии с международным стандартом IEC 61215. Кроме того, проведён сравнительный анализ показателей выработки электрической энергии двух систем с различными конструктивными решениями, каждая из которых состоит из трёх фотоэлектрических модулей максимальной мощностью 60 Вт каждый.*

Ключевые слова: *фотоэлектрический модуль, интенсивность солнечного излучения, температура воздуха, ток короткого замыкания, напряжение холостого хода, максимальная мощность, солнечная энергия.*

Abstract. This study analyzes the physical parameters of a 60 W photovoltaic module under the hottest climatic conditions in Termez, Uzbekistan. Meteorological indicators and the physical parameters of the photovoltaic module were determined using the PVGIS software package, the NASA POWER database, and the temperature characteristics of photovoltaic modules, taking into account the Nominal Operating Cell Temperature (NOCT) in accordance with the international IEC 61215 standard. Furthermore, a comparative analysis was conducted to evaluate the electrical energy generation performance of two photovoltaic systems with different structural configurations, each consisting of three photovoltaic modules with a maximum power rating of 60 W per module.

Keywords: photovoltaic module, solar irradiance, ambient temperature, short-circuit current, open-circuit voltage, maximum power, solar energy.

KIRISH

Bugungi kunda an’anaviy energiya resurslarining cheklanganligi, elektr energiyasiga bo‘lgan talabning ortishi va ekologik masalalarning dolzarblashuvi qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan samarali foydalanish zaruratini oshirmoqda. O‘zbekistonning geografik joylashuvi, xususan, janubiy hududlarda quyosh nurlanishining yuqori intensivligi fotoelektrik tizimlarni rivojlantirish uchun katta imkoniyatlar yaratadi. Shu bilan birga, yoz oylarida havo haroratining sezilarli darajada ko‘tarilishi quyosh panellarining qizishiga, elektr parametrlarining o‘zgarishiga va ishlab chiqariladigan quvvatning pasayishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli fotovoltaik modullarning mahalliy iqlim sharoitidagi ishlash xususiyatlarini o‘rganish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Mazkur tadqiqotda Termiz shahrining issiq yozgi iqlim sharoitida nominal quvvati 60 W bo‘lgan monokristall kremniyli fotoelektrik panelning fizik-elektrik parametrlari tahlil qilingan. Quyosh nurlanishi intensivligi va panel haroratining qisqa tutashuv toki, salt ishlash kuchlanishi hamda maksimal quvvatga ta’siri baholangan. Tadqiqotda PVGIS dasturiy majmuasi, NASA POWER ma’lumotlar bazasi va tegishli hisoblash usullaridan foydalanilgan. Shuningdek, umumiy nominal quvvati 180 W bo‘lgan, panellari turlicha joylashtirilgan ikkita fotoelektrik tizimning elektr energiyasi ishlab chiqarish ko‘rsatkichlari taqqoslangan.

Natijalar panel haroratining ortishi elektr parametrlarining o‘zgarishiga, xususan, ayrim quvvat ko‘rsatkichlarining pasayishiga olib kelishini, konstruksiyaning geometrik joylashuvi esa elektr energiyasi ishlab chiqarish samaradorligiga ta’sir etishini ko‘rsatgan. Tadqiqot natijalari Termiz va shunga o‘xshash issiq iqlimli hududlarda fotoelektrik tizimlarni loyihalash, panellar joylashuvini optimallashtirish hamda quyosh energiyasidan samarali foydalanish uchun ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Jahonda an’anaviy energiya resurslaridan foydalanish imkoniyatlarining cheklanganligi va ekologik barqarorlikni ta’minlash zarurati qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan, xususan, fotoelektrik batareyalardan foydalanish ko‘lamini kengaytirishni taqozo etmoqda. O‘zbekiston Respublikasining geografik joylashuvi va iqlimiy sharoiti quyosh energetikasini rivojlantirish uchun ulkan imkoniyatlar yaratadi. Xususan, respublikaning janubiy hududlari, jumladan, Termiz shahri yillik quyosh energiyasi salohiyati bo‘yicha eng yuqori ko‘rsatkichlarga ega [1]. Bu hududda quyoshli kunlarning davomiyligi va tushayotgan quyosh nurlanishining intensivligi fotoelektrik batareyalardan yil davomida yuqori samaradorlik bilan foydalanish imkonini beradi.

Shu bilan birga, yarimo‘tkazgichli fotoelektrik o‘zgartirgichlarning real ishchi parametrlari tashqi iqlim omillariga, jumladan, atrof-muhit haroratiga sezilarli darajada bog‘liq. Fotoelektrik batareyalarning pasport parametrlari odatda standart sinov sharoitlarida aniqlanadi. Real ekspluatatsiya sharoitida esa modul harorati nominal ishchi haroratidan ancha yuqori darajaga ko‘tarilishi mumkin. Ayniqsa, yoz oylarida havo haroratining sezilarli darajada ko‘tarilishi fotoelektrik batareyalarning samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi [2].

Ushbu harorat ta’sirini hisobga olish va fotoelektrik panellardan maksimal energiya olish maqsadida panellarning o‘rnatilish burchagini to‘g‘ri tanlash optimal yechimlardan biri hisoblanadi. Termiz shahrining geografik koordinatalari (kenglik ≈ 37,22° N) va yozgi quyosh zenit burchagi dinamikasidan kelib chiqib, yozning eng issiq davrida quyosh nurlarining panel yuzasiga tushish burchagini optimallashtirish hamda issiqlik konveksiyasini yaxshilash maqsadida aynan 14° qiyalik burchagi tadqiqot obyekti sifatida tanlandi. Ushbu burchak yoz oylarida quyosh nurlanishini maksimal darajada qabul qilish bilan birga, panellarning tabiiy sovitilishini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi.

Fotovoltaik modullarning elektr samaradorligi ularning ishchi haroratiga bevosita bog‘liq. Skoplaki va Palyvos tomonidan olib borilgan tadqiqotda kremniyli fotoelektrik modullarning harorati oshishi bilan elektr samaradorligi va chiqish quvvati pasayishi, bu jarayonni baholashda harorat koeffitsiyentlaridan foydalanish muhimligi ko‘rsatilgan [3]. Ushbu ilmiy xulosalar Termiz sharoitida panel haroratining 72,5 °C gacha ko‘tarilishi va nominal quvvati 60 W bo‘lgan modulning hisoblangan maksimal real quvvati 52,31 W bo‘lishi bilan bog‘liq natijalarni nazariy jihatdan izohlashga yordam beradi.

Issiq va quruq iqlim sharoitida yuqori quyosh nurlanishi fotovoltaik tizimlarda energiya ishlab chiqarish imkoniyatini oshirsa-da, yuqori harorat modul samaradorligiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Hashim va Hassan Sudanning Xartum shahrida quvvati 5 kW bo‘lgan fotovoltaik tizimni kuzatib, quyosh nurlanishi va haroratning tizimning energiya ishlab chiqarish ko‘rsatkichlariga birgalikdagi ta’sirini o‘rganganlar [4]. Ushbu tadqiqot Termiz kabi issiq hududlarda quyosh nurlanishi intensivligi bilan bir qatorda, panel haroratini ham hisobga olish zarurligini asoslaydi.

Fotovoltaik elementlarning qisqa tutashuv toki, salt ishlash kuchlanishi va maksimal quvvati harorat hamda quyosh nurlanishi intensivligining o‘zgarishiga turlicha javob beradi. Cotfas va hammualliflar monokristall kremniy, polikristall kremniy va boshqa turdagi fotovoltaik elementlarning elektr parametrlarini turli harorat va yoritilganlik darajalarida o‘rganganlar. Tadqiqot natijalarida harorat ko‘tarilishi bilan salt ishlash kuchlanishi va maksimal quvvatning kamayishi, qisqa tutashuv tokining esa nisbatan oz miqdorda ortishi kuzatilgan [5]. Bu xulosalar Termiz sharoitida nurlanish intensivligi yuqori bo‘lgan paytda tokning ortishi va panel qizishi bilan kuchlanishning pasayishini birgalikda tahlil qilish uchun ilmiy asos bo‘la oladi.

Fotoelektrik panellarning qiyalik burchagi va yo‘nalishi ularning yuzasiga tushadigan quyosh nurlanishi miqdoriga, natijada esa elektr energiyasi ishlab chiqarish ko‘rsatkichlariga ta’sir qiladi. Prunier va hammualliflar panel yo‘nalishini turli vaqt oralig‘ida optimallashtirish usullarini ishlab chiqqan hamda ayrim hududlarda panel holatini moslashtirish energiya ishlab chiqarish hajmini oshirishi mumkinligini ko‘rsatganlar [6]. Bu yondashuv Termiz sharoitida 14° qiyalik burchagini tanlash va turli geometrik konstruksiyalarning kunlik energiya ishlab

chiqarish ko‘rsatkichlarini taqqoslash masalasiga mos keladi.

Fotovoltaik tizimlarning energiya ishlab chiqarish ko‘rsatkichlarini oshirishda panellarning qiyalik va azimut burchaklarini to‘g‘ri tanlash muhim ahamiyatga ega. Arslan va Çunkaş turli qiyalik va azimut burchaklarida o‘rnatilgan fotovoltaik panellarning nurlanish, tok, kuchlanish va quvvat ko‘rsatkichlarini nazariy hamda tajribaviy usullarda taqqoslaganlar. Ularning tadqiqot natijalari panellarning joylashuv burchaklari energiya ishlab chiqarish ko‘rsatkichlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini tasdiqlaydi [7]. Ushbu xulosalar tadqiqotda bir tekislikda joylashtirilgan panellardan iborat tizim bilan panellari 120° burchak ostida joylashtirilgan tizim natijalarini qiyoslashni ilmiy adabiyotlar asosida izohlash uchun mos keladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqotda maksimal quvvati 60W bo‘lgan monokristall kremniyli fotoelektrik batareyalarning real iqlim sharoitidagi parametrlari tahlil qilindi (1-rasm). Termiz shahrining eng issiq davridagi iqlimiy ma’lumotlar – havo harorati, shamol tezligi va gorizontal sirtga tushuvchi quyosh nurlanishi intensivligi NASA POWER ma’lumotlar bazasi va PVGIS dasturiy majmuasi yordamida olingan.



1-rasm. Monokristall kremniyli nominal quvvati 60W bo‘lgan fotoelektrik batareya[1]

Fotoelektrik batareyalar sirtiga tushuvchi umumiy quyosh nurlanishi intensivligini aniqlash maqsadida energetik hisob-kitoblarda keng qo‘llaniladigan integral usullardan foydalanildi. Qiya sirtga tushuvchi umumiy quyosh nurlanishini aniqlashda Duffie va Beckman metodologiyasidan foydalanildi [8]. Ushbu metodologiyaga ko‘ra, qiya sirtdagi umumiy nurlanish – to‘g‘ri, tarqoq va qaytgan nurlanish komponentlarining yig‘indisidan iborat:

$$E = E_b \cdot R_b + E_d \cdot \left(\frac{1+\cos\beta}{2}\right) + E_r \cdot \rho \cdot \left(\frac{1-\cos\beta}{2}\right) \quad (1)$$

bu yerda, E_b, E_d va E_r – gorizontal sirt uchun to‘g‘ri, tarqoq va qaytgan nurlanish tarkibiy qismlari, R_b – qiya va gorizontal sirtlar uchun to‘g‘ri nurlanishning geometrik koeffitsiyenti, β – fotoelektrik batareyaning qiyalik burchagi (β = 14°), ρ – nurlanishning yer sirtidan qaytish koeffitsiyenti (albedo).

Tashqi muhit harorati va intensiv nurlanish ta’sirida fotoelektrik batareyalarning qizishi ularning elektr energetik xarakteristikalarini pasaytiradi. Fotoelektrik batareyalarining harorat xarakteristikalari va nominal ishchi harorati (NOCT) xalqaro IEC 61215 standarti asosida hisoblandi [9]. Fotoelektrik batareyaning real ishchi harorati atrof-muhit harorati, quyosh nurlanishi va shamol tezligiga bog‘liq ravishda quyidagi empirik formula yordamida aniqlandi:

$$T_{PV} = T_{air} + E \cdot \left(\frac{\mathrm{NOCT}-20}{800}\right) \cdot \left(\frac{9.5}{5.7+3.8\cdot\vartheta}\right) \quad (2)$$

bu yerda, T_{PV} – fotoelektrik batareyaning real ishchi harorati, T_{air} – atrof-muhit (havo) harorati, E – qiya sirtga tushayotgan real nurlanish intensivligi, NOCT – panelning nominal ishchi harorati (pasport ma’lumoti bo‘yicha odatda 45°C ± 2°C, ϑ – shamol tezligi.

Fotoelektrik batareya harorati aniqlangandan so‘ng, uning qisqa tutashuv toki, salt ishlash kuchlanishi va maksimal chiqish quvvati harorat koeffitsiyentlari orqali hisoblab chiqildi.

Qisqa tutashuv toki – fotoelektrik batareyaning chiqish qutblari o’zaro to’g’ridan-to’g’ri tutashtirilganda oqib

1 Manba: muallif ishlanmasi

o’tadigan maksimal tokdir:

$$I_{sc} = I_{sc.STC} \cdot \frac{E}{1000} \cdot \left[1 + \alpha \cdot (T_{PV} - 25)\right] \quad (3)$$

Standard sharoitda (STC, E = 1000 W/m², T_{PV} = 25 °C) ushbu fotoelektrik batareya uchun qisqa tutashuv toki nominal 3,66A ni tashkil qiladi. Harorat ortishi bilan yarimo‘tkazgichlarning ichki qarshiligi kamayib, tok biroz ortadi ($\boldsymbol{\alpha}$ = +0,05% / °C).

Salt ishlash kuchlanishi – fotoelektrik batareyaga hech qanday tashqi yuklama ulanmagan va zanjir ochiq bo’lgan holatdagi uning chiqish qutblarida o’lchanadigan maksimal kuchlanishdir.

$$U_{oc} = U_{oc.STC} \cdot \left[1 + \beta \cdot (T_{PV} - 25)\right] + 1,2 \cdot \log_{10}\left(\frac{E}{1000}\right) \quad (4)$$

Standart sharoitda ushbu fotoelektrik batareyaning salt ishlash kuchlanishi 22V ga teng (har bir monokristall element uchun taxminan 0,61V dan). Harorat koeffitsiyenti $\boldsymbol{\beta}$ = – 0,3% / °C ni tashkil etadi (ya’ni qizish hisobiga kuchlanish pasayadi). Nurlanish intensivligi o‘zgarishi esa kuchlanishga logarifmik bog‘liqlikda ta’sir ko‘rsatadi.

Fotoelektrik batareya haroratining ortishi salt ishlash kuchlanishi pasaytiradi, Bu o‘z navbatida ishlab chiqarish quvvatining pasayishiga ham olib keladi. Real vaqtdagi quvvat ishlab chiqarish (P_{real}) formulasi (harorat koeffitsiyenti -0,4%/°C bo‘lganda):

$$P_{real} = P_{nominal} \cdot \frac{E}{1000} \cdot \left[1 + \gamma \cdot (T_{PV} - 25)\right] \quad (5)$$

bu yerda, $P_{nominal}$ = 60 W. Agar E = 0 bo‘lsa, quvvat ham 0 W ga teng bo‘ladi.

Fotoelektrik batareyaning maksimal quvvati salt ishlash kuchlanishi va qisqa tutashuv toki orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$P_{max} = FF \cdot I_{sc} \cdot U_{oc} \quad (6)$$

bu yerda, FF – to’ldirish koeffitsiyenti (Fill Factor), odatda ulushlarda (0,7 – 0,85) ifodalanadi.

TAHLIL VA NATIJALAR

2026-yil 20-iyul kuni Termiz shahrida 14° qiyalik burchagida o‘rnatilgan, 36 ta monokristall kremniyli quyosh elementidan iborat, nominal quvvati 60 W bo‘lgan fotoelektrik batareyaning fizik va elektr parametrlari kun davomida 15 daqiqalik intervallarda qayd etildi va tahlil qilindi. 20-iyul kuni uchun Termiz shahrining ochiq osmon modeli bo‘yicha quyosh nurlanishi ma’lumotlari PVGIS dasturiy majmuasi yordamida olindi [10]. Shuningdek, meteorologik ko‘rsatkichlar va shamol tezligi kabi qo‘shimcha parametrlar NASA POWER ma’lumotlar bazasidagi ko‘rsatkichlarga moslashtirildi [11].

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, quyosh nurlanishi intensivligi soat 05:15 dan boshlab orta boshlagan va soat 10:30 atrofida o‘zining eng yuqori qiymati – 1075 W/m² ga yetgan. Nurlanish intensivligining chiziqli ortishi fotoelektrik batareyaning qisqa tutashuv tokiga bevosita ta’sir ko‘rsatib, ushbu vaqtda tokning maksimal qiymati 4,03 A ni tashkil etgan. Bu holat quyosh nurlanishi intensivligi va qisqa tutashuv toki o‘rtasida yuqori darajadagi chiziqli bog‘liqlik mavjudligi haqidagi nazariy qarashlarni hisoblash natijalari asosida tasdiqlaydi.

Shu bilan birga, atrof-muhit harorati va quyosh nurlanishi intensivligining birgalikdagi ta’siri ostida fotoelektrik batareya sirtining harorati sezilarli darajada ortgani kuzatildi. Soat 11:00 dan 11:30 gacha bo‘lgan vaqt oralig‘ida havo harorati 40,4–40,7 °C atrofida bo‘lganida, fotoelektrik batareya harorati o‘zining eng yuqori qiymati – 72,5 °C gacha ko‘tarilgan. Yarimo‘tkazgichli tuzilishga ega bo‘lgan kremniyli quyosh elementlarining bunday yuqori haroratgacha qizishi salt ishlash kuchlanishining pasayishiga sabab bo‘lgan. Ertalab soat 06:00 da qayd etilgan 20,55 V ko‘rsatkich kunning eng issiq davrida (soat 11:00–13:30) harorat ta’sirida 18,89 V gacha (qariyb 8 %) kamaygan [12].

Fotoelektrik batareyaning real sharoitda ishlab chiqargan quvvati o‘zining maksimal qiymati – 52,31 W ga quyosh nurlanishi intensivligi eng yuqori bo‘lgan soat 10:30 da erishgan. Shuni alohida ta’kidlash lozimki, nurlanish intensivligi 1075 W/m² bo‘lishiga qaramay, fotoelektrik batareyaning ishlab chiqargan quvvati nominal 60 W qiymatdan past bo‘lgan. Buning asosiy sababi Termiz shahrining juda issiq iqlim sharoitida fotoelektrik batareya haroratining 72,2 °C ga yetishi va haroratga bog‘liq quvvat yo‘qotishlari koeffitsiyenti ta’sirida foydali

quvvatning sezilarli darajada kamayishidir [13].

Kunning ikkinchi yarmida (soat 14:00 dan keyin) havo harorati soat 14:45–15:00 oralig‘ida maksimal 42,5 °C qiymatiga yetgan bo‘lsa-da, quyosh nurlanishi intensivligining kamayishi sababli panel yuzasi asta-sekin soviy boshlagan. Integrallashgan hisob-kitoblar shuni ko‘rsatdiki, o‘rganilgan model va ish rejimi asosida quyosh panelining kunlik umumiy elektr energiyasi ishlab chiqarish hajmi 497,72 W·h (yoki ≈ 0,5 kW·h) ni tashkil etgan. Ushbu natija 14° qiyalik burchagida o‘rnatilgan tizim yoz oylarida Termiz shahrining juda issiq iqlim sharoitida ham yuqori yuklama ostida barqaror energiya ishlab chiqarish imkoniyatiga ega ekanligini ko‘rsatadi.

Termiz shahrida iyul oyida Quyoshning osmondagi eng yuqori nuqtaga ko‘tarilish vaqti mahalliy vaqt bilan taxminan soat 12:35–12:40 oralig‘iga to‘g‘ri keladi. Agar fotoelektrik batareya mutlaq gorizontal, ya’ni 0° burchak ostida joylashtirilganida, eng yuqori nurlanish aynan ushbu vaqtda (soat 12:35 da) qayd etilgan bo‘lar edi. Biroq fotoelektrik batareya janubiy yo‘nalishda 14° qiyalik burchagida o‘rnatilgan.

Quyosh sharqdan g‘arbga qarab harakatlanayotganda, ertalab soat 10:15 dan 11:00 gacha bo‘lgan vaqt oralig‘ida uning osmondagi burchagi (balandligi) janubga qaratilgan, 14° qiyalikdagi fotovoltaik panel yuzasiga nurlarning nisbatan tik burchak ostida tushishini ta’minlaydi. Ya’ni, Quyosh osmondagi eng yuqori nuqtaga yetishidan biroz avval fotovoltaik panel tekisligiga nisbatan optimal tushish burchagiga yaqinlashadi.

Astronomik hisoblash modellarida quyosh vaqti va koordinata tizimlari ko‘pincha GMT (Grinvich) vaqtiga nisbatan hisoblanadi. Ushbu hisob-kitoblarda foydalanilgan Python algoritmi vaqt zonalari orasidagi matematik siljish va kun davomidagi simmetriyani hisobga olgan holda ma’lumotlarni standart soat 05:15 (quyosh chiqishi) va 19:45 (quyosh botishi) nuqtalariga nisbatan taqsimlagan.

Tadqiqotning asosiy qismida aynan yuqorida keltirilgan nominal quvvati 60 W bo‘lgan fotoelektrik batareyaning ko‘rsatkichlari hisobga olindi. Bunda ikki xil konstruksiyaga ega, fotoelektrik batareyalari o‘zaro parallel ulangan tizimlarning aynan shu sanadagi real iqlim sharoitlari uchun elektr energiyasi ishlab chiqarish quvvatlari taqqoslandi.

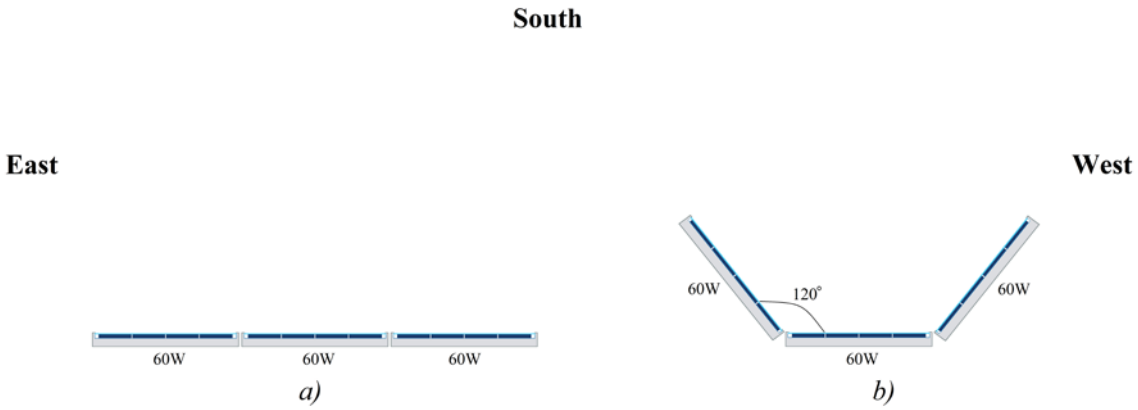
Birinchi tizimda uchta fotoelektrik batareya janubiy yo‘nalishda bir xil 14° qiyalik burchagida o‘rnatilgan bo‘lib, tizimning umumiy quvvati individual panel quvvatining uch barobariga teng deb qabul qilingan.

Ikkinchi tizimda o‘rtadagi fotoelektrik batareya Quyosh osmondagi eng yuqori nuqtaga ko‘tarilgan vaqtda nurlar perpendikulyar tushadigan holatda joylashtirilgan bo‘lsa, yon tomondagi fotoelektrik batareyalar unga nisbatan 120° burchak ostida o‘rnatilgan:

Ertalabki soatlarda g‘arbiy fotoelektrik batareya quyosh nurlariga perpendikulyar holatga yaqin joylashgani sababli yuqori samaradorlikni ta’minlaydi, sharqiy fotoelektrik batareyada esa nurlarning tushish burchagi hisobiga quvvat nisbatan past bo‘ladi.

Kunduzi (Quyoshning eng yuqori nuqtasi atrofida) o‘rtadagi fotoelektrik batareya maksimal quvvat ishlab chiqaradi, yon tomondagi batareyalar esa o‘rtadagi fotoelektrik batareyaga qo‘shimcha qaytgan nurlanishni yo‘naltirib, uning samaradorligini biroz oshiradi.

Tushdan keyingi soatlarda sharqiy fotoelektrik batareya asosiy quvvatni ta’minlaydi (2-rasm).

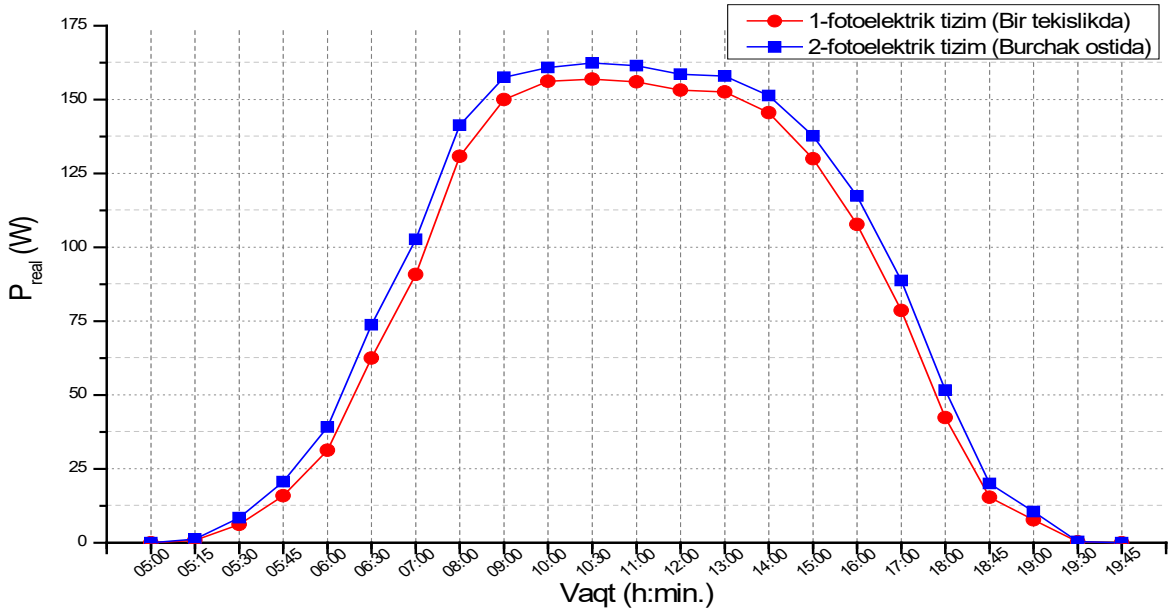


2-rasm. Nominal quvvati 180W bo‘lgan fotoelektrik tizimlar[2]

a) 3 ta fotoelektrik batareyalar bir tekislikda joylashgan tizim, b) o‘rtadagi fotoelektrik batareyaga yon tomonlaridagilari 120° burchak ostida o‘rnatilgan tizim.

Ikkala tizimda ham fotoelektrik batareyalar o‘zaro parallel ulanganligi sababli har bir fotoelektrik batareya ishlab chiqarayotgan real toklar zanjirda bevosita qo‘shiladi va haroratga bog‘liq quvvat o‘zgarishlari barcha fotoelektrik batareyalarga bir xil iqlim sharoitida ta’sir ko‘rsatadi. 3-rasmda ikkala tizimning real sharoitdagi elektr quvvati ishlab chiqarish dinamikasi tasvirlangan.

2 Manba: muallif ishlanmasi



3-rasm. Fotoelektrik tizimlar real holatdagi quvvatlarining kun vaqtlariga bog‘liqligi[3]

3-rasmda fotoelektrik tizimlar quvvatining muhim o‘zgarish nuqtalari tasvirlangan. O‘zgarishlar kam bo‘lgan vaqt oralig‘ida grafik qadami kattalashtirilgan, muhim burilish nuqtalari, masalan, eng yuqori nurlanish qayd etilgan vaqt (soat 10:30) grafikda alohida saqlab qolingan.

Ertalabki va kechki soatlarda (05:15–08:00 va 17:00–19:30) 2-tizim sezilarli ustunlikka ega. Chunki tongda g‘arbiy fotoelektrik batareya, tushdan keyin esa sharqiy fotoelektrik batareya quyosh nurlariga deyarli perpendikulyar burchak hosil qiladi. Yassi holatda joylashtirilgan 1-tizimda esa ushbu vaqtlarda nurlarning tushish burchagi o‘tkir bo‘lgani sababli quvvat yo‘qotishlari nisbatan yuqori bo‘ladi.

Quyosh janubiy yo‘nalishdagi eng yuqori nuqtaga ko‘tarilganda, 2-tizimning o‘rtadagi fotoelektrik batareyasi eng yuqori energiya ishlab chiqarish ko‘rsatkichiga erishadi. Yon tomondagi fotoelektrik batareyalarning qiyaligi sababli ularga tushayotgan to‘g‘ridan-to‘g‘ri nurlanish miqdori kamaysa-da, ulardan o‘rtadagi fotoelektrik batareyaga qaytayotgan nurlar hisobiga 2-tizim 1-tizimga nisbatan 3–4 % yuqori samaradorlik ko‘rsatadi.

Natijalar kunlik umumiy elektr energiyasi ishlab chiqarish hajmi 1-tizimda ≈ 1493,16 W·h (1,49 kW·h), 2-tizimda esa ≈ 1673,34 W·h (1,67 kW·h) ni tashkil etishini ko‘rsatgan.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Termiz shahrining juda issiq yozgi iqlim sharoitida monokristall kremniyli fotoelektrik batareyalar va ulardan tashkil topgan turli geometrik konstruksiyali tizimlarning real fizik-elektrik parametrlari o‘rganildi. Yozning eng issiq davrida quyosh nurlanishi intensivligi maksimal 1075 W/m² ga yetgan bo‘lsa-da, yuqori insolyatsiya ta’sirida fotoelektrik batareya sirtining harorati 72,5 °C gacha ko‘tarilgani qayd etildi. Bunday yuqori harorat rejimi yarimo‘tkazgichli tuzilmaning elektr parametrlariga ta’sir ko‘rsatdi, natijada salt ishlash kuchlanishi qariyb 8 % ga kamaydi va nominal quvvati 60 W bo‘lgan individual fotoelektrik batareyaning maksimal quvvati 52,31 W ni tashkil etdi. Shu bilan birga, janubiy yo‘nalishda 14° qiyalik burchagida o‘rnatilgan individual fotoelektrik batareyaning kunlik umumiy elektr energiyasi ishlab chiqarish hajmi 497,72 W·h ni tashkil etib, barqaror ishlash xususiyatini namoyon etdi.

Nominal quvvati 180 W bo‘lgan ikki xil konstruksiyali tizim taqqoslanganda, o‘rtadagi fotoelektrik batareyaga nisbatan yon tomondagi fotoelektrik batareyalar 120° burchak ostida o‘rnatilgan hamda reflektor effektiga ega bo‘lgan 2-tizim yassi holatdagi 1-tizimga qaraganda sezilarli energetik ustunlikka ega ekanligi aniqlandi. Ushbu ustunlik ertalabki va kechki soatlarda yon tomondagi fotoelektrik batareyalarning quyosh nurlariga deyarli perpendikulyar yo‘nalishda joylashishi hamda kun o‘rtasida o‘rtadagi fotoelektrik batareyaga qo‘shimcha qaytgan nurlanishni yo‘naltirishi hisobiga ta’minlandi.

3 Manba: muallif ishlanmasi

Kun davomida yassi shakldagi 1-tizim jami 1493,16 W·h elektr energiyasi ishlab chiqargan bo‘lsa, kombinatsiyalangan, 120° burchakli 2-tizim 1673,34 W·h elektr energiyasi ishlab chiqardi. Bu esa kombinatsiyalangan tizim konstruksiyasi kunlik umumiy elektr energiyasi ishlab chiqarish samaradorligini qariyb 12,06 % ga oshirishini ko‘rsatadi.

Tadqiqotda olingan dastlabki nazariy natijalar maxsus dasturiy vositalar (PVGIS) va ma’lumotlar bazalari (NASA POWER) yordamida hisoblab chiqildi. Keyingi tadqiqotlarda ushbu konstruksiyalarni real iqlim sharoitida haqiqiy fotoelektrik qurilmalar va o‘lchov asboblari yordamida tajribaviy sinovdan o‘tkazish orqali yakuniy taqqoslash va korrelyatsion tahlil ishlari amalga oshiriladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. ShNQ 2.01.01-22. Loyihalash uchun iqlimiy va fizikaviy-geologik ma’lumotlar. – Toshkent: O‘zbekiston Respublikasi Gidrometeorologiya xizmati markazi, 2022. – URL: https://lex.uz/mact/-6363141

2. O‘zbekiston Respublikasi Ekologiya va iqlim o‘zgarishi milliy qo‘mitasi huzuridagi Gidrometeorologiya xizmati agentligi. Termiz meteorologik stansiyasining ko‘p yillik iqlimiy ma’lumotlar to‘plami. – Toshkent, 2026. – URL: https://gov.uz/oz/hydromet/news/view/185053

3. Skoplaki E., Palyvos J. A. On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance: A review of efficiency/power correlations // Solar Energy. – 2009. – Vol. 83, No. 5. – P. 614–624.

4. Hashim S. M., Hassan R. I. Impact of high temperature on PV productivity in hot desert climates // Green Technology, Resilience, and Sustainability. – 2022. – Vol. 2. – Art. 9.

5. Cotfas D. T., Cotfas P. A., Machidon O. M. Study of Temperature Coefficients for Parameters of Photovoltaic Cells // International Journal of Photoenergy. – 2018. – Vol. 2018. – Art. 5945602.

6. Prunier Y., Chuet D., Nicolay S., Hamon G., Darnon M. Optimization of photovoltaic panel tilt angle for short periods of time or multiple reorientations // Energy Conversion and Management: X. – 2023. – Vol. 20. – Art. 100417.

7. Arslan M., **Çunkaş** M. An experimental study on determination of optimal tilt and orientation angles in photovoltaic systems // Journal of Engineering Research. – 2025. – Vol. 13, No. 3. – P. 2689–2701.

8. Duffie J. A., Beckman W. A. Solar Engineering of Thermal Processes. – 4th ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2013. – URL: https://doi.org/10.1002/9781118671603

9. International Electrotechnical Commission. IEC 61215-1:2021. Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval. – Geneva: IEC, 2021. – URL: https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1452c391-ebde-4588-9a4a-afd9b73b1330/iec-61215-1-2021

10. European Commission, Joint Research Centre (JRC). Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) [Elektron resurs]. – 2026. – URL: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/

11. NASA POWER. Prediction of Worldwide Energy Resources: Solar and Meteorological Data for Termez, Uzbekistan [Elektron resurs]. – NASA Langley Research Center, 2026. – URL: https://power.larc.nasa.gov/

12. Markvart T. Solar Electricity. – 2nd ed. – Chichester: John Wiley & Sons, 2000. – URL: https://www.wiley.com/en-au/shop/general-energy/solar-electricity-2nd-edition-p-9780471988533

13. O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Fizika-texnika instituti. Yarimo‘tkazgichli fotoelektr o‘zgartirgichlar va quyosh energetik tizimlari tadqiqotlari to‘plami. – Toshkent: Fan, 2024. – URL: https://fti.uz/uz/publikatsii/?SECTION_ID=243

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. № 10

© 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