

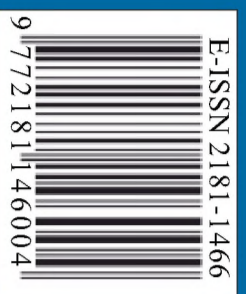


BUKHORO
DAVLAT
UNIVERSITETI

BUKHORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI

1/2024

Научный вестник Бухарского государственного университета
Scientific reports of Bukhara State University



@buxdu_uz



@buxdu1



@buxdu1



www.buxdu.uz



1/2024

<https://buxdu.uz>

MUNDARIJA *** СОДЕРЖАНИЕ *** CONTENTS

ANIQ VA TABIIY FANLAR *** EXACT AND NATURAL SCIENCES *** ТОЧНЫЕ И ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Расулов В.Р., Расулов Р.Я., Мамадова М.А., Уринова К.К.	Одно-, двух и трёхфотонный линейно-циркулярный дихроизм в моноатомных слоях дихалькогенидов переходных металлов	4
Kengboyev S.A., Safarov N.M., Usmanov I.A., Babajanov J.E.	Sanoat tikuv mashinalari mokisini azotlash va borlash jarayonidan soʻng uning ichki devoridagi harorat kuchlanishi tadqiqi	12
Расулов В.Р., Расулов Р.Я., Насиров М.Х., Уринова К.К.	Матричные элементы одно- и многофотонных межзонных оптических переходов в монослоях дихалькогенидных металлов	20
Qurbonov Gʻ.	Fazoda tekislik hamda toʻgʻri chiziq tenglamalarining tatbiqlari	26
Shamsiddinova M.U.	Bir faktorli regressiyaning chiziqsiz hollarida eng kichik kvadratlar usulini qoʻllash	37
Тулакова З.Р.	Внутренняя задача Неймана для эллиптического уравнения с тремя сингулярными коэффициентами	42
Rahmatov I.I., Samiyev K.A., Mirzayev M.S.	Oʻzbekiston iqlim sharoitida 300 kw quvvatga ega tarmoqqa ulangan quyosh fotoelektrik tizimining samaradorlik tahlili	49
Kengboyev S.A., Safarov N.M., Usmanov I.A., Babajanov J.E.	Tikuv mashinalarining moki va moki gʻaltagiga kimyoviy-termik ishlov berishda issiqlik kuchlanishi va deformatsiyasining tadqiqi	56
Шарипов М.З., Рузиева Д.С., Эргашева Н.М., Зокирова З.М.	Исследование оптических и магнитооптических свойств некоторых слабых ферромагнетиков	61
Niyozov E.D., Norov I.I., Razzoqov H.Q.	Avtoklavlangan yacheykali gazbeton ishlab chiqarish texnologiyasi	66
Бердимуратов Х.Т., Зарипов Р.Х., Абдухалилова М.А.	Нормативные критерии и методы применения подходящей температуры для солода	70
Esanov H.Q., Barotova M.O., Davronova A.O.	Buxoro vohasining tabiiy holda oʻsadigan foydali oʻsimliklari tasnifi	74
Mirzayeva Sh.U., Dilliyeva M.D.	Qishloq xoʻjalik mahsulotlarini saqlash texnologiyasi tendensiyalari	79
Qobilov A.M., Ikromova H.S.	Baliqchilik suv havzalaridagi tabiiy ozuqalar va ularning baliqchilikda tutgan oʻrni	89
Ikromova M.L., Boʻriyev S.B., Yuldoshov L.T., Karimova M.F.	Buxoro viloyatining qurgʻoq va shoʻrlangan tuproqlarida gʻoʻzada xlorellaning qoʻllanilishi	94
Жалилов Ш.Н., Бахромов Б.Б., Темирова Г.Ф., Хайруллаева К.А.	Исследование физико-химических свойств мочевино-формальдегидных смол с методом ИК-спектроскопии	98

**O'ZBEKISTON IQLIM SHAROITIDA 300 kW QUVVATGA EGA TARMOQQA ULANGAN
QUYOSH FOTOELEKTRIK TIZIMINING SAMARADORLIK TAHLILI****Raxmatov Ilhom Ismatovich,***Buxoro davlat universiteti professori, texnika fanlari nomzodi
i.i.raxmatov@buxdu.uz)***Samiyev Kamoliddin A'zamovich,***Buxoro davlat universiteti dotsenti, texnika fanlari doktori
k.samiev@buxdu.uz)***Mirzayev Mirfayz Salimovich,***Buxoro davlat universiteti o'qituvchisi
m.s.mirzayev@buxdu.uz)*

Annotatsiya. Mazkur maqolada O'zbekistonning turli hududlaridagi iqlim sharoitida 300 kW quvvatga ega tarmoqqa ulangan quyosh fotoelektrik tizimining samaradorligi tahlil qilingan. Hisoblashlar ko'rsatishicha 300 kW quvvatga ega quyosh fotoelektr stansiyasining hududlar kesimida bir yil davomida ishlab chiqarishi mumkin bo'lgan quvvat ko'rsatgichlarining maksimal qiymati 0,477 MW ni, minimali esa 0,452 MW ni tashkil etadi. Fotoelektrik tizimlarning hudud iqlim sharoitidan kelib chiqib, ishlab chiqarilgan elektr energiyasi hisobidan iqtisodiy jihatdan o'z-o'zini eng qisqa qoplash muddati 8,6 yilni, eng uzog'i bilan 9 yilni tashkil qilishi aniqlandi. Bir yil davomida 300 kW quvvatga ega quyosh fotoelektr tizimlari hisobidan hududlar kesimida 90,4 tonnadan 95,5 tonnagacha CO₂ gazlarining atrof muhitga chiqarilishini oldi olinishi hisoblab chiqilgan.

Kalit so'zlar: quyosh radiatsiyasi, temperatura, energiya, quyosh panellari, inverter, iqlim ko'rsatgichlari, energiyaning solishtirma narxi.

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНОЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
МОЩНОСТЬЮ 300 кВт В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА**

Аннотация. В данной исследовательской работе была проанализирована эффективность подключённой к сети солнечной фотоэлектрической системы мощностью 300 кВт в течение года в климатических условиях разных регионов Узбекистана. Установлено, что максимальное значение показателей мощности, которое может выдать за год солнечная фотоэлектрическая установка мощностью 300 кВт, составляет 0,477 МВт, а минимальное – 0,452 МВт. С учётом региональных климатических условий определено, что наименьший срок окупаемости фотоэлектрических систем от вырабатываемой электроэнергии составляет минимум 8,6 лет, а максимум - 9 лет. Подсчитано, что сокращения выбросов CO₂ в регионе можно предотвратить от 90,4 до 95,5 тонн за счёт солнечных фотоэлектрических систем мощностью 300 кВт.

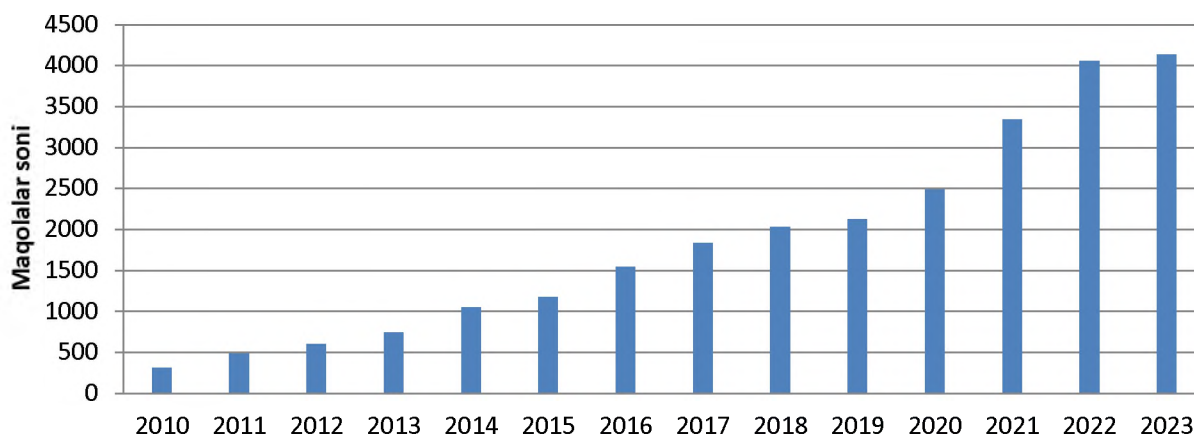
Ключевые слова: солнечное излучение, температура, энергия, солнечные панели, инвертор, климатические показатели, удельная цена энергии.

**ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF A 300 kW SOLAR PHOTOVOLTAIC SYSTEM IN
THE CLIMATE OF UZBEKISTAN**

Abstract. In this research work, the efficiency of a 300 kW grid-connected solar photovoltaic system was analyzed over a year under the climatic conditions of different regions of Uzbekistan. It has been established that the maximum power value that a 300 kW solar photovoltaic installation can produce per year is 0.477 MW, and the minimum is 0.452 MW. Taking into account regional climatic conditions, it was determined that the shortest payback period for photovoltaic systems from generated electricity is 8.6 years, and the shortest is 9 years. It is estimated that between 90.4 and 95.5 tons of CO₂ gases could be prevented in the region by 300 kW solar photovoltaic systems.

Keywords: solar radiation, temperature, energy, solar panels, inverter, climate indicators, levelized cost of energy.

Kirish. Ilmiy elektron ma'lumotlar bazasi (sciencedirect.com) da 2010-2023- yillarda fotovoltaik tizimlarni o'rganishga bag'ishlangan maqolalar soni tahlil qilinganda, 2010- yilda 315 ta maqola chop etilganligini, 2023- yilning noyabrigacha esa 4134 ta maqola chop etilganligini ko'rish mumkin. Bu yillar davomida energiyaga bo'lgan talabning oshishi va qayta tiklanuvchi energiya qurilmalaridan foydalanish zaruratini, hamda hozirgi vaqtda shu sohadagi tadqiqotlar dolzarb ekanligini ko'rsatib beradi [1].



1-rasm. Scimedirect.com ilmiy elektron ma'lumotlar bazadagi fotovoltaik tizimlarni tadqiq etishga bag'ishlangan maqolalar soni

1-jadvalda o'xshash va turli xil iqlim sharoitlariga ega bo'lgan fotoelektrik tizimlarga bag'ishlangan tadqiqotlar natijalari keltirilgan bo'lib, qaralayotgan tizim xususiyatini tavsiflovchi kattaliklar taqqoslangan. Tadqiqotlarda CIS; p-si; JKM250PP-60; ND-235E1H tipdagi quyosh panellarining samaradorligi o'rganilgan, unda CIS panelning samaradorligi 19.6% ni tashkil etganini ko'rish mumkin [2;3]. O'rganilgan maqolalarda keltirilgan invertor samaradorligi (Abdulhameed Babatunde Owolabi et al. 2022) tomonidan o'rganilgan ishda 96.4%, sistemaning samaradorligi esa 14.5% tashkil etgan [2].

1-jadval.

O'rganilgan fotovoltaik tizimlarning umumiy xususiyatlari

№	Tadqiqot joyi	Tadqiqot sanasi	PV turlari	Panelning samaradorligi (%)	Invertorning samaradorligi (%)	Tizimning samaradorligi (%)	Adabiyot
1.	Thailand	2012	p-si	11.2	93	10.41	Chimtavee and Ketjoy (2012)
2.	Turkey	2013	p-si	9.54	-	-	Eke and Demircan (2013)
3.	India	2014	p-si	11.07	-	10.52	Tripathi et al. (2014)
			a-si	6.56	-	6.06	
4.	Lesotho	2015	p-si	10.93	87.75	9.58	Mpholo et al. (2015)
5.	India	2016	p-si	13.71	-	-	Shravanth Va-sisht et al. (2016)
6.	Ghana	2017	HIT	-	-	-	Quansah et al. (Akhter et al., 2020)
			m-si	-	-	-	
			p-si	-	-	-	
			a-si	-	-	-	
			CIS	-	-	-	
7.	Japan	2018	p-si 1	10.8	89.1	-	Tahir et al. (Quansah et al., 2017)
			p-si 2	9.5	89.2	-	
			CIS	10.1	85.1	-	
			CIS	9.3	85.3	-	

EXACT AND NATURAL SCIENCES

8.	Malaysia	2019	a-si	9.34	94.14	8.8	Akhter et al. (Akhter et al., 2020)
			p-si	12.7	93	11.33	
			m-si	7.3	93.1	6.8	
9.	South Korea	2022	m-si	15.04	96.4	14.51	Abdulhameed Babatunde Owolabi et al. (2022)
			p-si	13.32	96.16	13.26	
10.	Tamil Nadu, Southern India	2019	p-si	17.99	-	-	P. Ramanan et al. (2022)
			CIS	19.57	-	-	
11.	Jazoir	2020	ND-235E1H	12.1	96	9.7	S. Bouacha et al. (2020)
12.	Bamako	2023	JAM60S 09-320/PR	-	-	-	Bakamba dite Djénéba Sacko et al. (2023)
13.	Kenya	2023	JKM250 PP-60	15.27	-	-	Emmanuel Ayora et al. (2023)

Quyosh fotovoltaik tizimining tavsifi. 300 kW quvvatga ega quyosh fotovoltaik tizimi bitta transformatorga ulanadi. Fotovoltaik tizim 546 ta quyosh panellaridan iborat bo‘lib, ularning har biri 550 W quvvatga ega va 3554,1 m² maydonni egallaydi. Bundan tashqari, umumiy quvvati 300 kW bo‘lgan 6 ta quyosh inverterlaridan foydalaniladi. Quyosh inverterlari modullarga ulangan quyosh optimizatorlari yordamida panellarning kuchlanishini, oqimini va quvvatini muvofiqlashtiradi.

Texnik xususiyatlari. Tadqiq etilayotgan quyosh fotovoltaik elementlari 550 W quvvatga ega Ipvisola monokristalli elementlaridan iborat. Uning texnik xususiyatlari [4] da keltirilgan.

Ma'lumotlarni yig'ish va monitoring qilish. Ushbu tadqiqot uchun zarur bo‘lgan atrof-muhit harorati va quyosh radiatsiyasi NASA-SSE ma'lumotlar bazasidan olingan. O‘zbekiston viloyat markazlari joylashuv koordinatalari NASAning atrof-muhit harorati va quyosh radiatsiyasi bo‘yicha aniq ma'lumotlarini olish uchun chegara shartlari bo‘lib xizmat qildi. Quyosh inverterlari ma'lumotlarni quyosh energiyasini kuzatish tizimining serverlariga uzatadigan shlyuzga uzatadigan mahalliy tarmoqqa ulangan deb hisoblanadi. Ushbu ma'lumot real vaqt rejimida Ipvisola onlayn portali orqali masofadan turib amalga oshiriladi. Elektr samaradorligi to‘g‘risidagi ma'lumotlar quyosh monitoringi portalida soatlik, kunlik, oylik yoki yillik saqlanib boriladi. Monitoring bloki real vaqt rejimida quyosh elektr stantsiyasining ishlashi to‘g‘risida moliyaviy va texnik ma'lumotlarni taqdim etadi.

Samaradorlik tahlili. Tarmoqqa ulangan quyosh fotovoltaik tizimining xususiyatlari 1998- yil IEC 61724 standarti (xalqaro elektrotexnika komissiyasi, 1998) yordamida tahlil qilindi [4,5]. Ushbu standartda keltirilgan ishlash ko‘rsatkichlari fotovoltaik tizimlarning ishlashini baholash va tizimlar tomonidan ko‘rsatilgan yo‘qotishlarni aniqlash uchun juda muhimdir [6]. Baholangan parametrlar ishlash koeffitsienti, quvvat chiqishi, tizim yig'ish yo‘qotishlari, yakuniy quvvat va quvvatdan foydalanish koeffitsientidir.

Fotovoltaik qurilmaning energiya chiqishi modeli. Quyosh fotovoltaik elektr stantsiyasining yillik energiya ishlab chiqarishi quyidagicha hisoblanadi

$$E_{PV} = P_{r,pv} D_f P_{sh} N_d \quad (1)$$

bunda E_{PV} - fotovoltaik qurilmaning chiqish quvvati kW soat, $P_{r,pv}$ - fotovoltaik qurilmaning nominal quvvati B kW, D_f - bu umumiy pasayish koeffitsienti, P_{sh} - bu o‘rtacha kunlik eng yuqori quyosh soati, N_d - bir davrdagi kunlar soni, masalan, yil.

Nominal xarakteristikalarining pasayish koeffitsienti elementning haqiqiy haroratini quyidagicha modellashtirish orqali hisoblanadi [7-9]:

$$T_C = T_a + \left(\frac{T_{NOCT} - 20^\circ C}{S_{NOCT}} \right) \cdot S_s \quad (2)$$

bunda T_C - yacheykaning haqiqiy ish harorati °C, T_a - atrof-muhit temperaturasi °C, T_{NOCT} - yacheykaning normal ishchi temperaturasi °C, S_s - quyosh nurlanishining intensivligi kW/m² da, S_{NOCT} - standart sinov sharoitida quyosh nurlanishining intensivligi (STC) kW/m², da.

Harorat ta'siri tufayli maksimal quvvatning pasayishi miqdori foiz sifatida quyidagicha hisoblanadi,

$$P_{red} = \alpha(T_C - 25^\circ C) \quad (3)$$

bunda P_{red} - maksimal chiqish quvvatining foizda pasayishi, α - yacheyka haroratining har bir $^\circ C$ $\% / ^\circ C$ ga o'zgarishi tufayli maksimal chiqish quvvatining pasayishini anglatadi.

Shuning uchun modul haroratining o'zgarishi tufayli nominal xususiyatlarning pasayish koeffitsienti quyidagicha hisoblanadi.

$$D_{temp} = 1 - P_{red} \quad (4)$$

Yuqorida aytib o'tilgan tizim komponentlari tufayli nominal xarakteristikaning pasayish koeffitsientini hisobga olgan holda D_{sys} , nominal xarakteristikaning umumiy pasayish koeffitsientini quyidagicha tasvirlash mumkin

$$D_f = D_{temp} D_{sys} \quad (5)$$

Fotovoltaik qurilmaning quvvat koeffitsienti (6) tenglama yordamida aniqlanadi

$$Capacity\ factor = \frac{E_{PV}}{P_{r,pv} \cdot 8760} \quad (6)$$

Iqtisodiy tahlil. 300 kW quvvatga ega quyosh fotovoltaik qurilmasining narxi 293396,14 dollari tashkil etadi. 2023-yil noyabr oyida valyuta kursi 1 AQSh dollari = 12270,1 o'zbek som [10] ni tashkil etadi. Shunday qilib, mazkur loyihaning umumiy qiymati qariyb 3 600 000 000 o'zbek so'mni tashkil etdi. Tadqiqot davomida iqtisodiy ko'rsatkichlarni hisoblash va tahlil qilish uchun xarajatlarni qoplash muddati va energiyaning solishtirma narxi (LCOE) foydalanilgan. Energiyaning solishtirma narxi quyidagicha aniqlanadi:

$$LCOE = \frac{CRF * C_1 + C_{O\&M}}{E_A} \frac{cost}{kWh} \quad (7)$$

bu yerda C_1 -investitsiya kapitali; $C_{O\&M}$ - yillik foydalanish va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlari; E_A -yillik elektr energiyasini ishlab chiqarish; va CRF - ma'lum bir vaqt ichida ushbu annuitetni olishning joriy qiymatiga doimiy annuitet.

$$CRF(i, n) = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (8)$$

To'lov muddati loyihaning pul oqimlari investitsiya kapital xarajatlarini qoplashi uchun zarur bo'lgan vaqt sifatida belgilanadi [11; 12]. Xarajatlarni qoplash muddati quyidagicha belgilanadi:

$$SPP = \frac{IC_0}{CF_1} \quad (9)$$

bunda IC_0 - investitsiya qilingan kapitalning qiymati; CF_1 - loyihaning yillik pul oqimi.

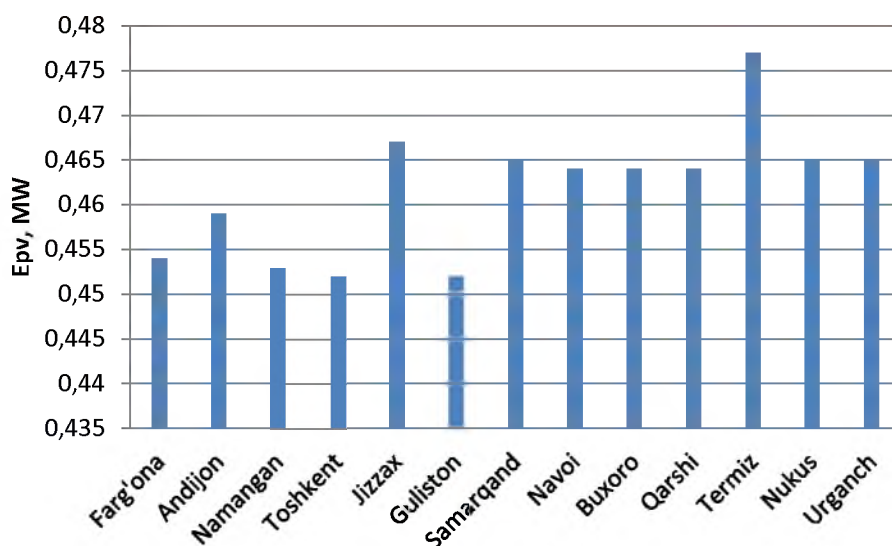
Quyosh fotovoltaik tizimlarining afzalligi shundaki, ular butun faoliyati davomida issiqxona gazlarini (IG) chiqarmaydi [13]. 2019-2020- yillarda O'zbekistonda quyosh PV tizimlari uchun o'rtacha emissiya koeffitsienti 0,4087 tonna $CO_2/kW \cdot soat$ ni tashkil etgan [14]. Tarmoqning emissiya koeffitsienti odatda quyosh fotovoltaik tizimlari yordamida elektr energiyasini ishlab chiqarish orqali oldini olish mumkin bo'lgan karbonat angidrid miqdorini hisoblab chiqadi. Ushbu tarmoq emissiya koeffitsientidan foydalanib, atmosferaga issiqxona gazlari chiqishini kamaytirish quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi.

$$(CO_2)_a = 0.4087 \cdot E_A \quad (10)$$

bunda E_A - belgilangan davrda ishlab chiqarilgan energiya.

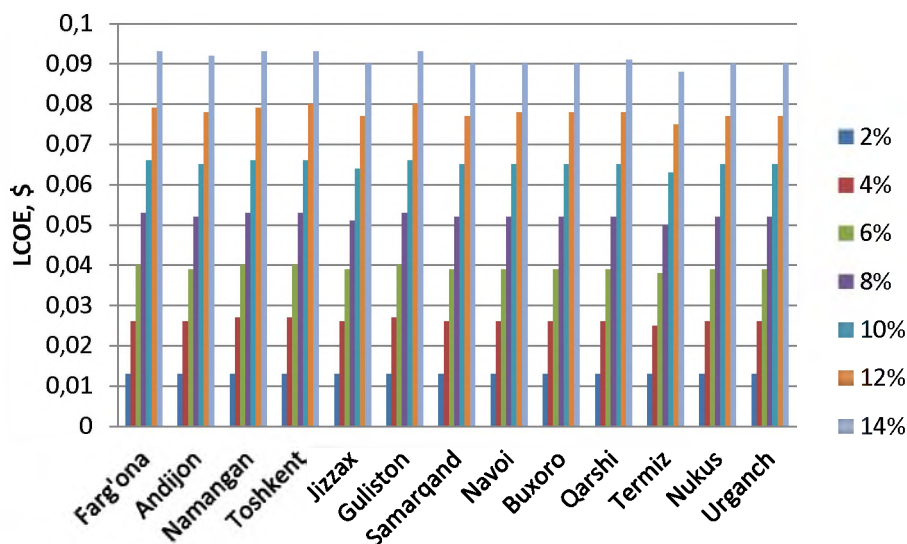
Natijalar va mulohazalar. Atrof-muhit harorati va quyosh radiatsiyasi to'g'risidagi ma'lumotlar NASA-ESS tomonidan olingan.

2-rasmda 300 kW quvvatga ega quyosh elektr stansiyasining hududlar kesimida bir yil davomida ishlab chiqarishi mumkin bo'lgan quvvat ko'rsatkichlari keltirilgan. Bu ko'rsatkichlar 1- formula yordamida hisoblab chiqilgan. Hududlar kesimida qaraydigan bo'lsak, yil davomida elektr energiyasining eng yuqori ishlab chiqarilishi Termizda, eng past esa Toshkent va Gulistonda kuzatilgan. Bir yil davomida 300 kW quvvatga ega quyosh elektr stansiyasi Termizda 0,477 MW ni, Toshkent va Gulistonda esa 0,452 MW ni tashkil qiladi.



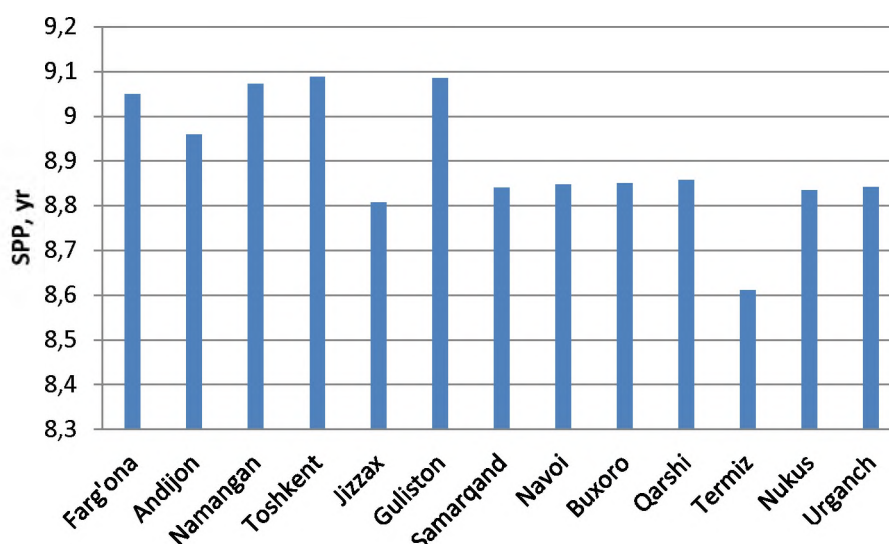
2-rasm. Ishlab chiqarilgan energiya

Iqtisodiy hisob-kitoblar (1) tenglama asosida energiya sarfi usuli bilan amalga oshiriladi. Hisob-kitoblarga ko'ra, chegirma stavkasining o'zgarishi natijasida energiya narxining o'zgarishi 3-rasmda ko'rsatilgan. Shunga ko'ra, chegirma stavkasi 2 foizdan 14 foizgacha ko'tarilganda, kotirovka qilingan energiya narxi 0,014 dan 0,099 dollargacha o'zgaradi.



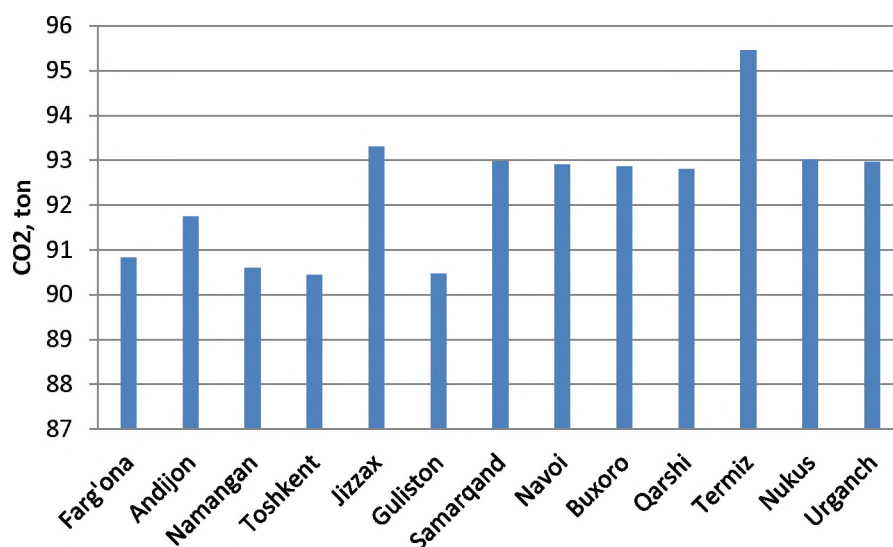
3-rasm. Elektr energiyasining joriy qiymatining chegirma stavkalariga bog'liqligi

O'zbekistonning turli hududlarida 300 kW quvvatga ega quyosh fotoelektr tizimlarining o'zini iqtisodiy jihatdan qoplash muddatlari 4-rasmda keltirilgan. Hududlar kesimida quyosh fotoelektr tizimlarining yillar davomida ishlab chiqarishi mumkin bo'lgan quvvat ko'rsatgichlari hisobidan 9-formuladan foydalanib hisoblanganda o'z-o'zini qoplash muddati eng qisqa bo'lgan hudud Termizda 8,6 yilni, o'z-o'zini qoplash muddati uzoq bo'lgan hududlar Toshkent va Gulistonda 9 yilni tashkil qiladi.



4-rasm. O'zbekistonning turli mintaqalarida quyosh fotovoltaiik tizimlarini qoplash muddati

O'zbekistonning turli hududlarida CO₂ emissiyasini bir yil davomida 300 kW quvvatga ega quyosh fotoelektr tizimlari hisobidan kamaytirish 5-rasmda hududlar kesimida tonna birligida ko'rsatilgan. Hisoblashlarda 10-formuladan foydalanilgan. Hisoblashlar shuni ko'rsatadiki, hududlarda 300 kW quvvatga ega quyosh fotoelektr tizimlaridan foydalanganda CO₂ gazlarining atrof- muhitga chiqarilishi Termizda 95,5 tonna, Toshkentda 90,4 tonna va Gulistonda esa 90,5 tonnaga kamaytirish mumkinligi hisoblab chiqildi.



5-rasm. O'zbekistonning turli mintaqalarida CO₂ emissiyasini kamaytirish

Xulosa. O'zbekistonning turli hududlaridagi iqlim sharoitida 300 kW quvvatga ega tarmoqqa ulangan quyosh fotoelektrik tizimining samaradorligi yil davomida tahlil qilingan. 300 kW quvvatga ega quyosh elektr stansiyasining hududlar kesimida bir yil davomida ishlab chiqarishi mumkin bo'lgan quvvat ko'rsatgichlari hisoblab chiqilgan bo'lib, ishlab chiqarilgan elektr toki quvatining yillik maksimal qiymati 0,477 MW ni, minimali esa 0,452 MW ni tashkil etgani keltirilgan. Fotoelektrik tizimlarning hudud iqlim sharoitidan kelib chiqib, ishlab chiqarilgan elektr energiyasi hisobidan iqtisodiy jihatdan o'z-o'zini eng qisqa qoplash muddati hisoblashlar asosida 8,6 yilni, eng uzog'i bilan 9 yilni tashkil qilishi aniqlangan. CO₂ emissiyasini bir yil davomida 300 kW quvvatga ega quyosh fotoelektr tizimlari hisobidan hududlar kesimida 90,4 tonnadan 95,5 tonnagacha CO₂ gazlarining atrof- muhitga chiqarilishini oldi olinishi hisoblab chiqilgan.

ADABIYOTLAR:

1. <https://www.sciencedirect.com>
2. Owolabi A. B., YakubA.O., Li H. X., Suh D. Performance evaluation of two grid-connected solar photovoltaic systems under temperate climatic conditions in South Korea. *Energy Reports* 8 (2022) 12227–12236.
3. Ramanan P., Murugavel K.K., Karthick A. Performance analysis and energy metrics of grid-connected photovoltaic systems. *Energy for Sustainable Development* 52 (2019) 104-115.
4. Raxmatov I.I., Samiyev K.A., Mirzayev M.S. Analysis of the efficiency of 300 kw grid-connected solar photovoltaic systems at Bukhara State University. *AIP Conference Proceedings*. 2023.
5. International Electrotechnical Commission, *Photovoltaic System Performance Monitoring Guidelines for Measurement, Data Exchange and Analysis*, IEC, 1998, 61724.
6. Ayora E., Munji M., Kaberere K., Thomas B. Performance analysis of 600 kWp grid-tied rooftop solar photovoltaic systems at strathmore university in Kenya *Results in Engineering* 19 (2023) 101302
7. Sathiracheewin S., Sripadungtham P., Kamuang S. Performance analysis of grid-connected PV rooftop, at sakon nakhon province, Thailand, *Adv. Sci. Technol. Eng. Syst. J.* 5 (4) (2020) 816–823.
8. Ayora E., Munji M., Kaberere K., Thomas B. Performance analysis of 600 kWp grid-tied rooftop solar photovoltaic systems at strathmore university in Kenya. *Results in Engineering* 19 (2023) 101302.
9. <https://bank.uz/uz/currency/archive>
10. Kerboua A., Hacene F.B., Goosen M.F., Ribeiro L.F. Development of technical economic analysis for optimal sizing of a hybrid power system: a case study of an industrial site in Tlemcen Algeria, *Results in Engineering* 16 (2022), 100675.
11. Qadourah J.A. Energy and economic potential for photovoltaic systems installed on the rooftop of apartment buildings in Jordan, *Results in Engineering* 16 (2022), 100642.
12. Peyvandi M., Hajinezhad A., Moosavian S.F. Investigating the intensity of GHG emissions from electricity production in Iran using renewable sources, *Results in Engineering* 17 (2023), 100819.
13. www.volker-quaschnig.de