QUYOSH PANELLARI UCHUN OPTIMAL NISHAB BURCHAGINI MAVSUMIY INSOLYATSIYANI ANIQLASH

Qudratov Nuriddin Abulqosimovich
Buxoro davlat texnika universiteti magistranti
U. K. Mirxonov
Ilmiy rahbar Elektr va energetika kafedrasi dotsenti

Annotatsiya. Ushbu maqola O‘zbekiston sharoitida fotovoltaik elektr stansiyalarining (FES) samaradorligini oshirish maqsadida quyosh panellari (QP)uchun optimal nishab (qiyalik) burchagini tanlash metodologiyasiga bag‘ishlangan. Qayta tiklanadigan energiya manbalari, xususan, quyosh energiyasi O‘zbekistonda resurs hajmi va ekologik tozaligi sababli eng istiqbolli hisoblanadi. An’anaviy manbalar narxining oshishi fonida FESni keng joriy etish dolzarbdir. Maqolada Kuper formulasi orqali Quyoshning og‘ish burchagi δ aniqlanib, minimal insolyatsiya davri uchun optimal egilish burchagini topish ifodasi taqdim etilgan. Ushbu yondashuv O‘zbekistonning ayrim shaharlari uchun aniqroq va foydali quvvatning minimal darajasini qondira oladigan burchaklarni belgilash imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: quyosh Panellari (QP), optimal Burchak, insolyatsiya, fotovoltaik elektr stansiyalari (FES), nishab burchagi (qiyalik), quyosh nurlanishi, geografik kenglik, energiya Samaradorligi, og‘ish burchagi δ.

Аннотация. Статья посвящена методике выбора оптимального угла наклона солнечных панелей (СП) для повышения эффективности фотоэлектрических установок (ФЭУ) в условиях Узбекистана. Возобновляемые источники энергии, в частности солнечная энергия, считаются наиболее перспективными в Узбекистане благодаря их ресурсоёмкости и экологичности. На фоне роста стоимости традиционных источников, широкое внедрение ФЭУ является актуальным. В статье приведено выражение для нахождения оптимального угла наклона для периода минимальной инсоляции, определяющее угол отклонения Солнца δ по формуле Купера. Данный подход позволяет более точно определить углы, способные удовлетворить минимальному уровню полезной мощности для некоторых городов Узбекистана.

Ключевые слова: солнечные панели (СП), оптимальный угол, инсоляция, фотоэлектрические установки (ФЭУ), угол наклона (уклон), солнечная радиация, географическая широта, энергоэффективность, угол наклона δ.

Annotation. The article is based on the method of choosing optimal angle solar panels (SP) for increasing the efficiency of photoelectric installations (FEU) in the conditions of Uzbekistan. Renewable energy sources, especially solar energy, are

ISSN 3030-3907

the most promising in Uzbekistan, and they are resourceful and environmentally friendly. Na fone rosta stoimosti traditsionnyx istochnikov, shirokoe vnedrenie FEU yavlyaetsya aktualnym. V state privedeno expression for the creation of an optimal angle of inclination for the period of minimal insulation, defining the angle of deflection Solntsa d po formula Kupera. The data approach allows to determine the exact level of the minimum level of useful traffic for some cities in Uzbekistan.
Key words: solar panels (SP), optimal angle, insolation, photoelectric installations (FEU), solar radiation, geographical latitude, energy efficiency, tilt angle δ.

KIRISH.

Qayta tiklanadigan energiya manbalari orasida quyosh nurlanishi resurs hajmi, ekologik tozaligi va hamma joyda mavjudligi jihatidan eng istiqbolli hisoblanadi. Quyosh elektr stansiyalari narxining pasayishi va O‘zbekistonning ko‘plab mintaqalarida energiya tanqisligi fonida an'anaviy energiya manbalari (uglevodorod yoqilg‘isi) tomonidan ishlab chiqariladigan energiya narxining doimiy ravishda oshib borishi ularni keng ko‘lamda joriy etishni jozibador qiladi.

Fotovoltaik elektr stansiyalaridagi energiya manbai quyosh nurlanishi energiyasini to‘g‘ridan-to‘g‘ri elektr tokiga aylantiradigan quyosh batareyalaridan iborat quyosh panellari (QP) hisoblanadi. QPning afzalligi shundaki, harakatlanuvchi qismlarning yo‘qligi, ularning yuqori ishonchliligi va barqarorligi. Ular yengil, texnik xizmat ko‘rsatish oson va to‘g‘ridan-to‘g‘ri va tarqoq nurlanishdan samarali foydalanadi. Ularning modulli dizayni deyarli har qanday quvvatdagi stansiyalarni yaratishga imkon beradi, bu esa ularni juda istiqbolli qiladi.

METOLOGIYA

Quyosh energiyasi tizimlarini o‘rnatishda, energiya ishlab chiqarishni maksimal darajada oshirish uchun quyosh energiyasining ortishini nazariy jihatdan hisoblash va quyosh panellarining optimal qiyalik burchagini tanlash kerak. Optimal panel burchagini aniqlash quyosh panellari sonining ko‘payishidan saqlaydi, aks holda bu quyosh massivining maydonining oshishi tufayli shamol yuklarining ko‘payishiga olib keladi.

Quyosh nurlanishining kuchi geografik kenglik, yil vaqti va kun vaqtiga bog‘liq. Bundan tashqari, quyosh nurlanishining Yer yuzasiga yetib borish kuchi (ya'ni, atmosfera yo‘qotishlarini chiqarib tashlagan holda) atmosfera sharoitlariga (bulutlar, tuman, chang va boshqalar mavjudligi) ham bog‘liq. Atmosfera sharoitlari ko‘plab tasodifiy omillarga bog‘liq bo‘lgani uchun, quyosh energiyasini kiritishning kunlik va yillik jadvallari murakkabdir[1-2].

Shunga qaramay, fotoelektrik panellarning hosil qiladigan quvvati ko‘p jihatdan yorug‘lik qabul qiluvchi sirtning quyosh nurlari oqimiga nisbatan

ISSN 3030-3907

orientatsiyasiga bog‘liq. Fotoqabul qiluvchi sirtning orientatsiyasi panelning gorizontalga nisbatan og‘ish burchagi (α) va janubiy yo‘nalishga nisbatan burilish burchagi (γ) bilan belgilanadi.

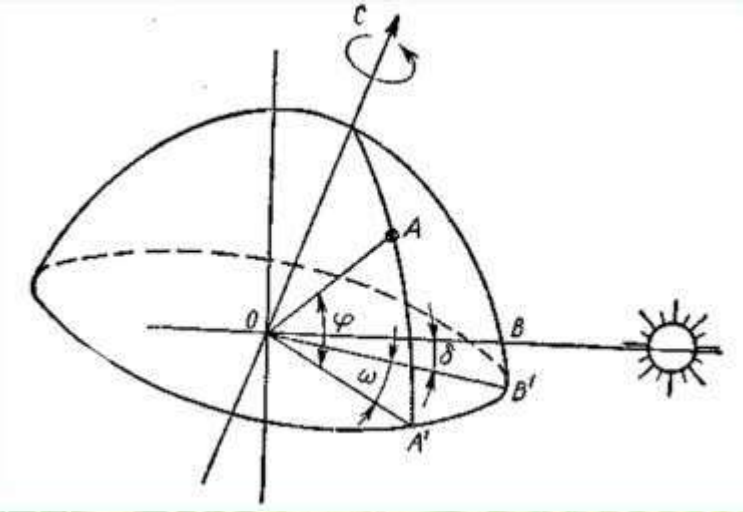
Quyosh panelining qiyalik burchagi quyosh batareyalari tomonidan ishlab chiqariladigan energiya miqdoriga sezilarli ta'sir ko‘rsatadi. Qiyalikni tanlash asosan quyosh paneliga tushadigan energiya oqimi zichligi bilan belgilanadi, bu Yerning Quyoshga nisbatan holatiga qarab o‘zgaradi. Kunduzgi vaqtda Yerning o‘z o‘qi atrofida aylanishi natijasida Quyoshning osmondagi holati kuzatuvchiga nisbatan o‘zgaradi. Bu harakat quyosh nurlanishining to‘g‘ridan-to‘g‘ri komponenti yerga tushadigan burchakni o‘zgartiradi, bu esa quyosh paneli tomonidan qabul qilinadigan energiya miqdoriga sezilarli ta'sir qiladi. Agar nurlanish to‘g‘ri burchak ostida tushsa, yutilgan quyosh nurlanishi energiyasi miqdori maksimal bo‘ladi. Quyosh va yutuvchi sirt orasidagi burchak o‘zgarganda, sirtning nurlanishi kamayadi. Quyosh nurlari panelga parallel tushganda, to‘g‘ridan-to‘g‘ri oqimdan nurlanish nolga tushadi[3].

TAHLIL VA NATIJALAR.

To‘g‘ridan-to‘g‘ri quyosh nurlanishining tushish burchagi ham yerning quyosh atrofida elliptik orbitasi, shuningdek, o‘z aylanish o‘qining qiyaligi tufayli mavsumiy o‘zgarishlarga uchraydi. Shuning uchun, statsionar quyosh panellaridan foydalanilganda, quyosh nurlanishining fotosensitiv yuzaga nisbatan oqimi nafaqat kun davomida, balki yil davomida ham doimiy ravishda o‘zgarib turadi, bu esa energiya chiqishining notekis bo‘lishiga olib keladi.

Kerakli burchaklarni (s va γ) hisoblash uchun Quyosh tizimining Yer yuzasidagi quyosh nurlariga nisbatan o‘rnini aniqlash kerak.

Quyosh tizimining o‘rnini ma'lum bir A nuqtasi sifatida belgilaylik (1-rasm).



1-rasm. Quyoshning osmon bo‘ylab ko‘rinadigan harakatining diagrammasi.

Uning holati uchta asosiy burchak bilan aniqlanadi — joylashuv nuqtasining kengligi (φ), soat burchagi (ω) va Quyoshning og‘ishi (δ). Kenglik φ — bu A

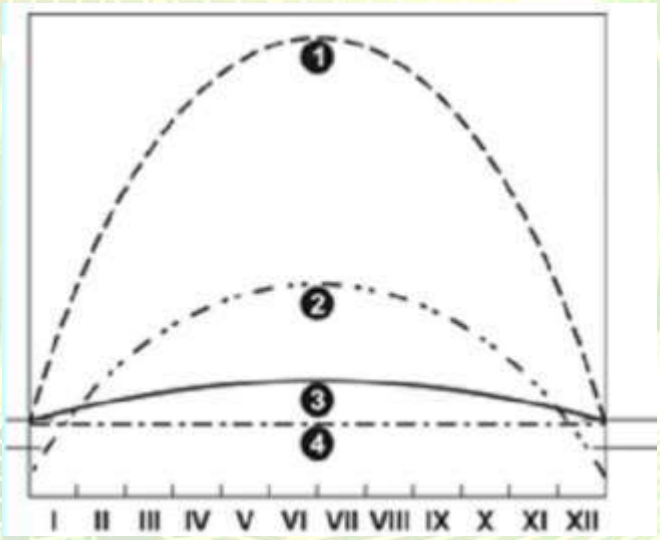
ISSN 3030-3907

nuqtasini Yer markazi O bilan bog‘lovchi chiziq va uning ekvator tekisligidagi proyeksiyasi orasidagi burchakdir. Soat burchagi ω — ekvator tekisligida OA chizig‘ining proyeksiyasi bilan Yer va Quyosh markazlarini bog‘lovchi chiziqning proyeksiyasi orasidagi burchakdir. Quyoshning mahalliy peshin vaqtida ω = 0 bo‘ladi, 1 soat esa 15° ga teng.

Quyoshning og‘ishi δ — bu Yer va Quyosh markazlarini bog‘lovchi chiziq bilan uning ekvator tekisligidagi proyeksiyasi orasidagi burchakdir. Aynan mana shu og‘ish, ya’ni Yer o‘qi qiyaligining o‘zgarishi, stasionar quyosh panellarining orientatsiya burchagini belgilashda muhim rol o‘ynaydi. Agar Yerning aylanish o‘qi qiyshaymagan bo‘lganida, og‘ish burchagi doimo 0° ga teng bo‘lardi. Ammo, Yer o‘qi 23,45° ga qiyshaygan va og‘ish burchagi 22-dekabr — qishki quyosh turishida −23,45° dan 22-iyun — yozgi quyosh turishida +23,45° gacha o‘zgaradi. Og‘ish burchagi yiliga ikki marta — 21-mart bahorgi tengkunlikda va 23-sentabr kuzgi tengkunlikda — 0° ga teng bo‘ladi.

Shu bois, agar quyosh panellari og‘ish burchagi o‘zgarmas bo‘lsa, yillik maksimal ishlab chiqarish panelning og‘ish burchagi joyning geografik kengligiga teng bo‘lganda ta’minlanadi, deb hisoblanadi. Burchakning kichikroq qiymatlari yozda tushadigan nurlanishni oshiradi, kattaroq burchaklar esa qishda mos ravishda ko‘proq nurlanish qabul qiladi[4-5].

Biroq amalda, stasionar quyosh panellarining og‘ish burchagi bo‘yicha umumiy tavsiyalarga amal qilinganda ham ko‘pincha iste’molchini ta’minlash uchun zarur bo‘lgan foydali quvvatning minimal darajasi ta’minlanmaydi. Bu ayniqsa yil davomida insolyatsiya past bo‘ladigan davrlarda yaqqol seziladi. Bunday yondashuvning salbiy ta’sirini sifat jihatdan ko‘rsatib beruvchi misol 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Quyosh nurlanishi oqimi intensivligining o‘zgarishi.

ISSN 3030-3907

Gorizontal sirtga tushadigan nurlanish (musaffo osmon sharoitida) (1), hududning geografik kengligiga teng burchak ostida o‘rnatilgan quyosh paneli tomonidan hosil qilinadigan quvvat (2), mazkur hududning insolyatsiyasini hisobga olgan holda tanlangan burchak ostida ishlaydigan panel quvvati (3) va yillik umumiy yuklama profili (4).

Har qanday geografik hudud uchun ma’lum insolyatsiya qiymatlari xarakterlidir. Shu sababli, musaffo osmon sharoitida gorizontal sirtga tushadigan to‘g‘ridan-to‘g‘ri radiatsiya yig‘indilarini bilgan holda (1-jadval), odatda minimal energiya miqdori uch oylik davrda tushishini aniqlaymiz. Shu uch oy davomida Quyoshning og‘ishi taxminan $\delta 1 > \delta min < \delta 2$ orasida o‘zgaradi, bu yerda δmin — to‘g‘ridan-to‘g‘ri radiatsiya yig‘indisi eng kam bo‘lgan oy uchun og‘ish burchagi, δ1 va δ2 — to‘g‘ridan-to‘g‘ri radiatsiya yig‘indisi δmin ga yaqin bo‘lgan oylarning og‘ish burchaklari. O‘rta og‘ish burchagi δ o‘sha burchaklarning kosinuslari arifmetik o‘rtachasi orqali aniqlanadi:

$$\cos \delta_{\text{o'rta}} = \frac{\cos \delta_1 + \cos \delta_{\min} + \cos \delta_2}{3} \quad (1)$$

Ma’lum bir kunda Quyoshning og‘ish burchagini Kuper formulasiga ko‘ra aniqlashmumkin:

$$\delta_n = 23{,}45 \sin\ 360 \frac{284 + n}{365} \quad (2)$$

Bu yerda n - yil kunining tartib raqami. 1-12 oylar uchun o‘rtacha kun n uchun yaxlitlangan mayl qiymatlari δ sparvochniklarda keltirilgan.

Ushbu oylarning har biri uchun og‘ishni aniqlashda ushbu davrning boshi va oxiriga mos keladigan δ1 va δ2 og‘ish qiymatlaridan va oraliq oyning o‘rta nuqtasiga mos keladigan δmin qiymatidan foydalanish taklif etiladi. Optimal og‘ish burchagi quyidagi ifodadan topiladi:

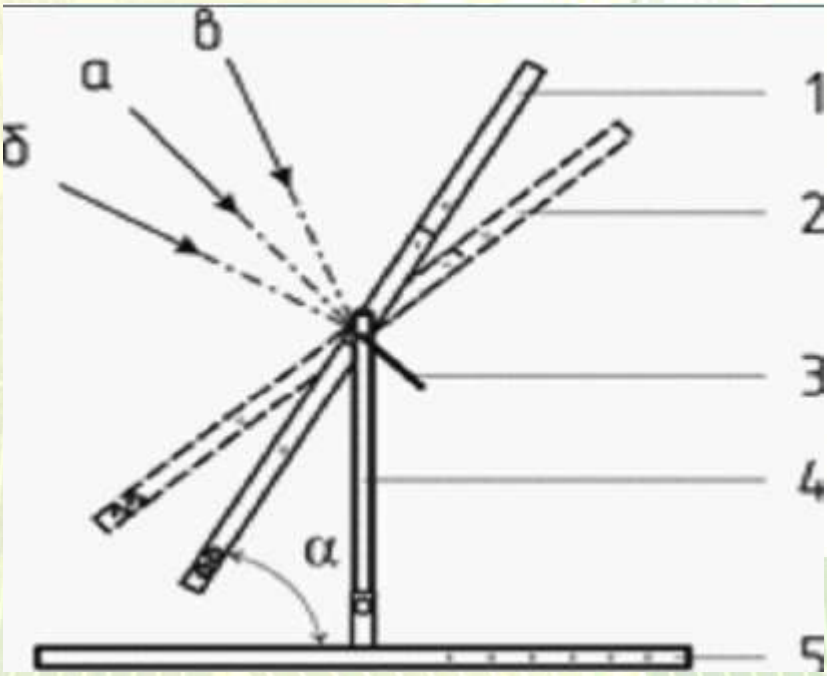
$$\alpha = \varphi + \delta_{\text{ср}} \quad (3)$$

Bu yerda φ fotovoltaik tizim ishlaydigan joyning geografik kengligi bo‘lib, qiyalik burchagi 3-rasmda ko‘rsatilgandek aniqlanadi. O‘zbekistonning ayrim shaharlari uchun fotovoltaik tizim uchun optimal qiyalik burchagi qiymatlari 1 jadvalda keltirilgan[6-7].

ISSN 3030-3907

№	Shahar (Geografik Kenglik, φ)	Geografik Kenglik (φ)	Optimal Qiyalik Burchagi (αopt)
1.	Toshkent	41.3^0	45^0 - 50^0
2.	Samarqand	39.6^0	43^0 - 48^0
3.	Buxoro	39.8^0	44^0 - 49^0
4.	Termiz	37.2^0	40^0 - 45^0
5.	Nukus	42.5^0	47^0 - 52^0
6.	Andijon	41.3^0	45^0 - 50^0

Shunday qilib, quyosh nurlanish manbasining chinakam optimal egilish burchagini aniqlash uchun avvalo, ma'lum bir hududda joylashgan gorizontal yuzaga quyosh nurlanishining minimal bo'lgan davrda uning kattaligini bilish kerak, chunki bu qiymat hal qiluvchi ahamiyatga ega, shuningdek, ushbu hududning geografik koordinatalari ham.



3-rasm. Qishki davr uchun fotoelektr panelining optimal qiyalik burchagi α (1) va bahorgi (kuzgi) tengkunlik (2) uchun gorizontal asosga (5) perpendikulyar o'rnatilgan vertikal stendga (4) qisqich (3) bilan mahkamlangan. Strelkalar quyosh nurlanishining tushish yo'nalishini ko'rsatadi: a - tengkunlikda, b - qishda, v - yozda

XULOSA

Tadqiqot quyosh panellarining optimal nishab burchagi α ni an'anaviy yondashuvlardan farqli o'laroq, geografik kenglik φ va minimal insolyatsiya davrini (odatda qishki 3 oy) hisobga olgan holda aniqlash zarurligini ko'rsatadi. Umumiy qoidalar bo'yicha o'rnatish yil davomida, ayniqsa, qishda insolyatsiya past bo'lgan paytda energiya taqchilligiga olib keladi. Taklif etilgan metodologiya

ISSN 3030-3907

Kuper formulasi va minimal radiatsiya yig‘indilari asosida eng kam energiya ishlab chiqarish davrida ham FES (Fotovoltaik Elektr Stansiyalari)ning foydali quvvatini maksimal darajada oshirish imkonini beradi. Bu O‘zbekiston sharoitlari uchun yuqori samaradorlikni va energiya ta'minotining barqarorligini ta'minlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mavlonov, B. A., & Urazova, N. X. (2020). Quyosh energiyasidan foydalanishda fotoelektr panellarning optimal nishab burchagini aniqlash. Qayta tiklanuvchi energiya manbalari va barqaror rivojlanish ilmiy-texnik jurnali, 2(3), 115–120. (ISSN mavjud bo‘lsa, qo‘shish tavsiya etiladi).
2. Abdurahmonov, S. M., & Qodirov, A. J. (2018). Quyosh elektr stansiyalarining samaradorligini oshirishda nurlanishning mavsumiy taqsimotini hisobga olish.Energetika muammolari: ilmiy-amaliy jurnal, 1, 45–51.
3. Hossain, M. A., & Badr, H. M. (2011). Optimization of solar PV panel tilt angle for maximum energy generation in different weather conditions. Energy Conversion and Management, 52(9), 2919–2924.
4. Jafarkazemi, M. A., & Saadabadi, S. A. (2013). Optimal tilt angle for maximizing the incident solar radiation on photovoltaic panels. International Journal of Renewable Energy Research (IJRER), 3(1), 18–22.
5. Darwish, Z. A., Ibrahim, O. M., & Hizam, H. (2017). A review of recent techniques for optimal determination of solar photovoltaic panel tilt angle. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 74, 145–157.
6. Тверетнев, М. М., & Закиров, И. И. (2022). Определение оптимального угла наклона солнечных батарей с учетом годовой динамики инсоляции. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики, 24(3-4), 108–117.
7. Саидов, Ф. Ш., & Рустамов, Д. Ш. (2016). Методика расчета оптимального угла наклона фотоэлектрических модулей для условий Узбекистана. Вестник Ташкентского государственного технического университета, 3, 78–83.__

ISSN 3030-3907