ELEKTR TARMOG‘IGA ULANGAN FOTOELEKTRIK STANSIYASINING ISH SAMARADORLIGINI OPTIMALLASHTIRISH

Nematov Shuhrat Nasullovich
Buxoro davlat texnuniversiteti Elektr va energetika muhandisligi kafedrasi dotsenti
Murodova Feruza Rashidovna
Buxoro davlat texnika universiteti Axborot komunikatsiya texnologiyalari kafedrasi professori
Xushiyev Og‘abek Normatovich
Buxoro davlat texnika universiteti magistranti
E-mail: ogabekxushiyev@gmail.com

Annotatsiya: Tarmoqga ulangan fotovoltaic stansiyalar toza va doimiy elektr energiy ishlab chiqish uchun keng tarzda foydalanilmoqda. Biroq, ularning als ishlash foaliyat ko‘rsatgichi atrof muhit tasirlari, tizim yuqotishlari, va foydalanish cheklovlari sababli tez tez uzining nazariy potensialidan pasroq. Bu o‘rganish ko‘satadiki tarmoqga ulangan fotovoltaic elektr stansiyalarni ishlash samaradorligini kalit samaradorlik parametrlari va optimallashtirish texnikalriga etibor qaratgan. Tadqiqot maksimum energiyani olishning, maqul quyosh panel joylashuvi, harorat nazorat qilish va chiqish energiyasida manitoring tizimlarining effektlarini baholaydi. Amalga oshirish ma'lumotlari FV stansiyadan ishlash yaxshilanishini baholash uchun turli xil sharoitlarda analiz qillingan edi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki optimallashtirish metodlari energiya ishlab chiqarishini ulkan darajada oshiradi va energiya yuqotishlarini kamaytiradi. Topilmalar shuni takidlaydiki tarmoqga ulangan fotovoltaic elektr stansiyaning optimallashtirish ko‘ratkichi ishonchlilikni oshirish, samaradorlik, va iqtisodiy ishlay olishi uchun juda muhim.

Kalit so‘zlar: Tarmoqga ulangan fotovoltaic tizim; ishlashni optimallashtirish; quyosh energiyasi samaradorligi; maksimal quvvat nuqtasini qidirish; qayta tiklanuvchi energiya.

Аннотация: Сетевые фотоэлектрические станции широко используются для производства чистой и стабильной электроэнергии. Однако их фактическая производительность часто ниже теоретического потенциала из-за воздействия окружающей среды, системных потерь и эксплуатационных ограничений. Данное исследование направлено на изучение эффективности работы сетевых фотоэлектрических станций с упором на ключевые параметры эффективности и методы оптимизации. В исследовании оценивается влияние отслеживания максимальной мощности, оптимального расположения солнечных панелей, контроля температуры и систем

ISSN 3030-3907

мониторинга на выходную энергию. Данные о производительности фотоэлектрических станций были проанализированы в различных условиях для оценки улучшения их работы. Результаты показывают, что методы оптимизации значительно увеличивают выработку энергии и снижают её потери. Полученные данные подчеркивают, что оптимизация показателей сетевых фотоэлектрических станций имеет решающее значение для повышения их надежности, эффективности и экономической жизнеспособности.

Ключевые слова: Сетевая фотоэлектрическая система; оптимизация производительности; эффективность солнечной энергии; отслеживание точки максимальной мощности; возобновляемая энергия.

Abstract: Grid-connected photovoltaic (PV) stations are widely used for the production of clean and sustainable electrical energy. However, their actual performance is often lower than their theoretical potential due to environmental impacts, system losses, and operational constraints. This study examines the operational efficiency of grid-connected PV power plants, focusing on key performance parameters and optimization techniques. The research evaluates the effects of maximum power point tracking, optimal solar panel placement, temperature control, and monitoring systems on energy output. Performance data from PV stations were analyzed under various conditions to assess performance improvements. The results show that optimization methods significantly increase energy production and reduce energy losses. The findings emphasize that optimizing the performance indicators of grid-connected photovoltaic power plants is crucial for enhancing reliability, efficiency, and economic viability.

Keywords: Grid-connected photovoltaic system; performance optimization; solar energy efficiency; maximum power point tracking; renewable energy.

KIRISH

Energiyaga bolgan global talab va qazilma yoqilg‘ilarning ekologik ta’siri qayta tiklanuvchi energiya texnologiyalarining rivojlanishini jadallashtirgandi. Shu jumladan, quyosh fotoelektrstansiya barqaror energiya ishlab chiqarish bo‘yicha muhim rol o‘ynaydi. Tarmoqga ulangan fotoelektrik tizimlari katta energiya saqlagichlarsiz quvvat bilan taminlash qobiliyatiga ega bolganligi sababli xususan atraktiv.

Rivojlangan texnologiyalardan tashqari, tarmoqqa ulangan quyosh fotoelektr stansiyalari samaradorligiga bir qancha omillar, jumladan, quyosh nurlanishining o‘zgaruvchanligi, harorat ta’siri, chang to‘planishi, soya tushishi, invertordagi yo‘qotishlar va nazorat tizimidagi kamchiliklar salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu

ISSN 3030-3907

omillar tizimning umumiy foydali ish koeffitsienti va energiya ishlab chiqarish hajmini kamaytiradi.

Shu sababli, energiya ishlab chiqarishni ko‘paytirish va tizimning barqaror ishlashini ta’minlash uchun ish faoliyatini optimallashtirish juda muhimdir. Mazkur tadqiqotdan ko‘zlangan maqsad — tarmoqqa ulangan quyosh fotoelektr stansiyasining ish holatini tahlil qilish hamda uning samaradorligi va ishonchliligini oshirish uchun amaliy takliflar ishlab chiqishdan iborat.

Ko‘plab tadqiqotlarda quyosh fotoelektr tizimlari samaradorligini oshirish usullari o‘rganilgan. Avvalgi izlanishlar quyosh nurlanishi o‘zgarib turganda energiyani maksimal darajada olishda MPPT (maksimal quvvat nuqtasini kuzatish) algoritmlari muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi. MPPT’ning takomillashtirilgan usullari quvvatni kuzatish aniqligini sezilarli darajada oshirgan.

Boshqa tadqiqotlar quyosh energiyasini ko‘proq tutib qolishda panellarning qiyaligi va yo‘nalishini to‘g‘ri tanlash muhimligini ta’kidlaydi. Shuningdek, yuqori harorat fotoelektr modullarining ishiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi va quvvat yo‘qotilishiga olib kelishi isbotlangan. Bundan tashqari, invertor samaradorligi va tarmoq bilan aloqa jarayoni ham tizimning umumiy ishlashiga katta ta’sir ko‘rsatadi.

Shunga qaramay, ko‘pgina ilmiy ishlar quyosh stansiyalarini yaxlit baholash o‘rniga, faqat bitta optimallashtirish usuliga e’tibor qaratgan. Ushbu tadqiqot esa bir vaqtning o‘zida bir nechta optimallashtirish usullarini tahlil qilish orqali mazkur bo‘shliqni to‘ldirishga xizmat qiladi.

Tadqiqot tarmoqqa ulangan quyosh fotoelektr stansiyasidan olingan ishchi ma’lumotlar asosida olib borildi. Tizim fotoelektr modullar, MPPT boshqaruviga ega o‘zgarmas tok konverterlari, tarmoq invertorlari va nazorat uskunalaridan tashkil topgan.

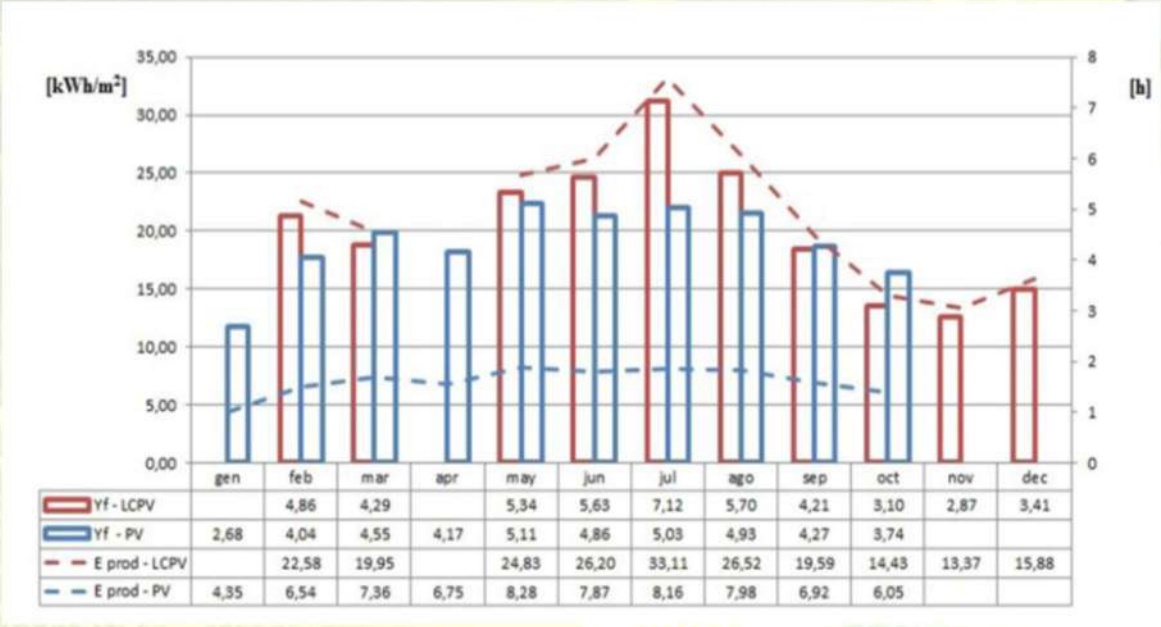
Quyosh nurlanishi, modul harorati, o‘zgarmas (DC) va o‘zgaruvchan (AC) tok quvvati hamda tizim samaradorligi kabi asosiy ko‘rsatkichlar o‘lchandi va tahlil qilindi. Energiya ishlab chiqarish hajmi, samaradorlik koeffitsienti va tizimdagi yo‘qotishlar kabi ko‘rsatkichlar optimallashtirish usullarini qo‘llashdan oldin va keyin o‘zaro solishtirildi.

Optimallashtirish strategiyalari MPPT nazoratini takomillashtirish, panellar yo‘nalishini sozlash, tizim monitoringini yaxshilash va invertor bilan bog‘liq yo‘qotishlarni kamaytirishni o‘z ichiga oldi. Ish faoliyatidagi o‘zgarishlarni baholash uchun ma’lumotlar statistik va qiyosiy tahlil usullari yordamida o‘rganildi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, samaradorlikni optimallashtirish tarmoqqa ulangan quyosh fotoelektr stansiyasining energiya ishlab chiqarish hajmini sezilarli

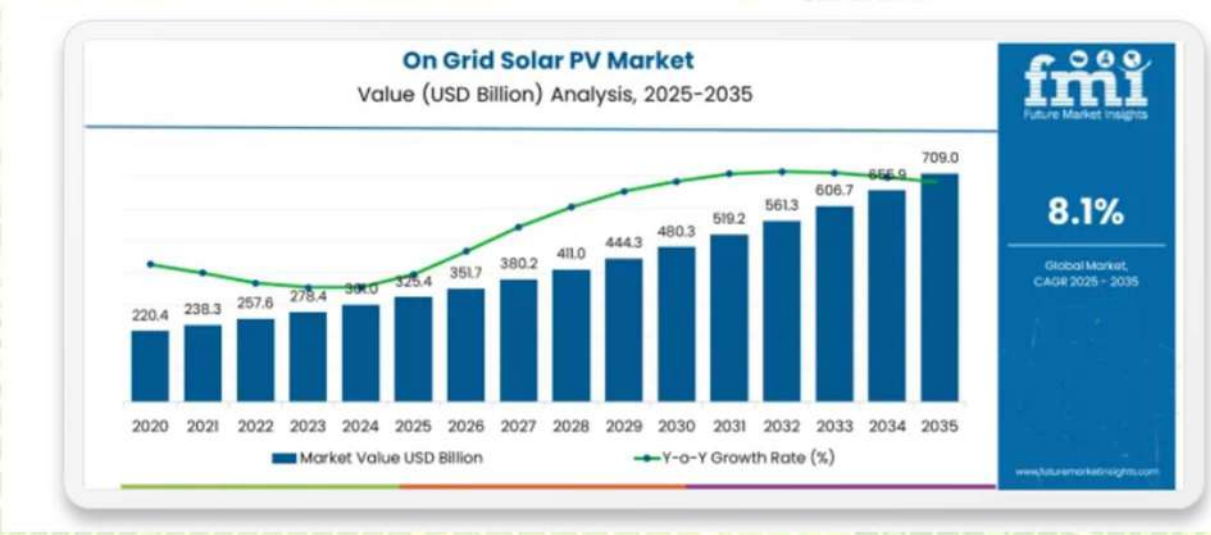
ISSN 3030-3907

darajada oshiradi. Takomillashtirilgan MPPT nazorati o‘zgaruvchan quyosh nurlanishi va harorat sharoitida quvvat olish ko‘rsatkichlarini yaxshiladi.



	gen	feb	mar	apr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dec
Yf - LCPV		4,86	4,29		5,34	5,63	7,12	5,70	4,21	3,10	2,87	3,41
Yf - PV	2,68	4,04	4,55	4,17	5,11	4,86	5,03	4,93	4,27	3,74		
E prod - LCPV		22,58	19,95		24,83	26,20	33,11	26,52	19,59	14,43	13,37	15,88
E prod - PV	4,35	6,54	7,36	6,75	8,28	7,87	8,16	7,98	6,92	6,05		

Quyidagi 1-rasmda quyosh nurlanishining turli darajalarida tizimning energiya olish samaradorligi ko‘rsatilgan:



Quyosh fotoelektr stansiyasining ishchi parametrlari va energiya grafigi

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, tizimning umumiy samaradorligi oshgan, o‘zgarmas (DC) va o‘zgaruvchan (AC) tok bosqichlarida quvvat yo‘qotishlari sezilarli darajada kamaygan. Tadqiqot davomida olingan asosiy parametrlar quyidagi 1-jadvalda jamlangan.

1-jadval

OPTIMALLASHTIRISHDAN OLDINGI VA KEYINGI KO‘RSATKICHLAR TAHLILI

№	Tizim parametrlari	Optimallashdan oldin	Optimallashdan keyin

ISSN 3030-3907

1	**O‘rtacha foydali ish koeffitsienti (%)**	**14.5%**	**17.2%**
2	**Kunlik energiya ishlab chiqarish (kVt*soat)**	**450**	**520**
3	**Tizimdagi umumiy yo‘qotishlar (%)**	**12%**	**8%**
4	**Invertor samaradorligi (%)**	**94%**	**97%**

Ushbu topilmalar avvalgi tadqiqotlar natijalari bilan mos keladi va kompleks optimallashtirish strategiyalarining samaradorligini yana bir bor tasdiqlaydi. Muhokama qismi shuni ta’kidlaydiki, tizimning yuqori ish faoliyatini doimiy saqlab qolish uchun 2025-yil standartlariga mos uzluksiz monitoring va moslashuvchan boshqaruv algoritmlarini joriy etish o‘ta muhimdir.

Xulosa

Ushbu tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, tarmoqqa ulangan quyosh fotoelektr stansiyalarining ish faoliyatini zamonaviy nazorat usullari, tizimni to‘g‘ri loyihalash va doimiy monitoring yordamida samarali optimallashtirish mumkin. Taklif etilgan optimallashtirish usullari energiya ishlab chiqarish hajmining oshishiga, foydali ish koeffitsientining yaxshilanishiga va tizimning ishonchliligini ta'minlashga xizmat qiladi.

Kelajakda quriladigan fotoelektr stansiyalarida ish samaradorligini yanada oshirish uchun intellektual monitoring tizimlari va takomillashtirilgan boshqaruv algoritmlarini joriy etish tavsiya etiladi. Kelgusi ilmiy izlanishlar real vaqt rejimida tizim ishini optimallashtirish uchun sun’iy intellekt va prognozli texnik xizmat ko‘rsatish usullarini qo‘llashga qaratilishi maqsadga muvofiqdir.

ADABIYOTLAR

1. Duffie, J. A., & Beckman, W. A. Solar Engineering of Thermal Processes. 4-nashr. Nyu-York: John Wiley & Sons nashriyoti, 2013-yil. 944-bet.
2. Villalva, M. G., Gazoli, J. R., & Filho, E. R. Comprehensive approach to modeling and simulation of photovoltaic arrays. IEEE Transactions on Power

ISSN 3030-3907

Electronics jurnali, 24-tom, 5-son. AQSH: IEEE nashriyoti, 2009-yil may. 1198–1208-betlar.
3. International Energy Agency (IEA). Trends in Photovoltaic Applications 2023. Task 1: Strategic PV Analysis and Outreach hisoboti. Parij: IEA PVPS nashriyoti, 2023-yil oktyabr. 1–88-betlar.
4. Duffie, J. A., & Beckman, W. A. Solar Engineering of Thermal Processes. 4-nashr. Nyu-York: John Wiley & Sons nashriyoti, 2013-yil. 944-bet. Link: www.wiley.com
5. Villalva, M. G., Gazoli, J. R., & Filho, E. R. Comprehensive approach to modeling and simulation of photovoltaic arrays. IEEE Transactions on Power Electronics jurnali, 24-tom, 5-son. AQSH: IEEE nashriyoti, 2009-yil may. 1198–1208-betlar. Link: ieeexplore.ieee.org
6. International Energy Agency (IEA). Trends in Photovoltaic Applications 2023. Task 1: Strategic PV Analysis and Outreach hisoboti. Parij: IEA PVPS nashriyoti, 2023-yil. 1–88-betlar. Link: iea-pvps.org
7. Kerekes, T., Koutroulis, E., Séra, D., Teodorescu, R., & Katsanevakis, M. An Optimization Method for Designing Large-Scale Grid-Connected Photovoltaic Systems. Energies jurnali, 6-tom, 11-son. MDPI nashriyoti, 2013-yil. 5976–5996-betlar. Link: www.mdpi.com
8. Jordehi, A. R. Maximum power point tracking in photovoltaic (PV) systems: A review of different approaches. Renewable and Sustainable Energy Reviews jurnali. Elsevier nashriyoti, 2016-yil. 52-tom, 1231-1248-betlar. Link: doi.org
9. Messenger, R. A., & Abtahi, A. Photovoltaic Systems Engineering. 4-nashr. CRC Press nashriyoti, 2017-yil. 518-bet. Link: www.routledge.com

ISSN 3030-3907