

QUYOSH ENERGIYASI TIZIMLARINI OPTIMALLASHTIRISH USULLARI VA ULARNING SAMARADORLIGIGA TA'SIRI

Rashidov Yusuf Karimovich

*Ilmiy rahbar: akademik, texnika fanlari doktori, professor,
Toshkent arxitektura va qurilish universiteti*

Normamatov Almurod Axmad o'g'li

Toshkent arxitektura va qurilish universiteti magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada quyosh energiyasi tizimlarini optimallashtirish usullari va ularning samaradorligiga ta'siri haqida so'z yuritiladi. Quyosh energiyasi tizimlarining samaradorligini oshirish uchun bir qator texnologiyalar va usullar mavjud, jumladan, quyosh panellarining optimal burchakda o'rnatilishi, invertorlar orqali energiya samaradorligini oshirish, energiya saqlash tizimlaridan foydalanish va yangi materiallar ishlab chiqish. Maqolada, shuningdek, tizimlarning uzluksiz monitoringi, issiqlikni boshqarish va yangi texnologiyalarni qo'llash orqali quyosh energiyasidan samarali foydalanish mumkinligi ko'rib chiqilgan. Bu usullar ekologik toza energiya ishlab chiqarishning samaradorligini oshirish va iqtisodiy jihatdan foydaliligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: Quyosh energiyasi, tizim optimallashtirish, samaradorlik, invertor, akumulyatorlar, fotovoltaik, energiya saqlash, yangi texnologiyalar, monitoring.

Аннотация. В данной статье рассматриваются методы оптимизации солнечных энергетических систем и их влияние на эффективность. Для повышения эффективности солнечных энергетических систем существует ряд технологий и методов, включая установку солнечных панелей под оптимальным углом, повышение эффективности энергии через инверторы, использование систем хранения энергии и разработку новых материалов. В статье также рассматривается возможность эффективного использования солнечной энергии с помощью непрерывного мониторинга систем, управления теплотой и применения новых технологий. Эти методы имеют важное значение для повышения эффективности производства экологически чистой энергии и обеспечения ее экономической целесообразности.

Ключевые слова: Солнечная энергия, оптимизация систем, эффективность, инвертор, аккумуляторы, перовскиты панели, хранение энергии, новые технологии, мониторинг.

Annotation. This article discusses methods for optimizing solar energy systems and their impact on efficiency. There are a number of technologies and methods available to improve the efficiency of solar energy systems, including the installation of solar panels at an optimal angle, increasing energy efficiency through inverters, utilizing energy storage systems, and developing new materials. The article also explores the possibility of effectively utilizing solar energy through continuous system monitoring, heat management,

and the application of new technologies. These methods are crucial for improving the efficiency of clean energy production and ensuring its economic viability.

Keywords: Solar energy, system optimization, efficiency, inverter, batteries, photovoltaic, energy storage, new technologies, monitoring.

Kirish. Ushbu maqola quyosh energiyasi tizimlarini optimallashtirishning asosiy usullarini ko‘rib chiqadi va ularning samaradorligiga ta‘sirini tahlil qiladi. Quyosh energiyasi tizimlarining samaradorligini oshirishda eng so‘nggi texnologiyalar va yondashuvlar, shuningdek, tizimlar optimallashtirilishining ekologik va iqtisodiy jihatlarini o‘rganiladi. Maqolada, shuningdek, quyosh energiyasi tizimlarining hozirgi holati va ulardan samarali foydalanishning istiqbollari haqida fikrlar bildiriladi. Quyosh energiyasi tizimlarining samaradorligini oshirish masalasi ilmiy izlanishlar va texnologik yangiliklar doirasida muhim o‘rin tutadi. Quyosh panellarining samaradorligi, invertorlarning ishlash samaradorligi, energiya saqlash tizimlarining optimallashtirilishi va yangi materiallarning qo‘llanilishi bu tizimlarning samaradorligini oshirishga katta ta‘sir ko‘rsatadi. Shu bilan birga, bu tizimlar o‘zining iqtisodiy samaradorligini va ekologik foydasini ta‘minlashi kerak.

Quyosh energiyasi – bu yangilanuvchi energiya manbai bo‘lib, tabiatda cheksiz miqdorda mavjud. Bugungi kunda, uning foydalanish samaradorligini oshirish va iqtisodiy jihatdan maqbul bo‘lishi uchun turli usullar ishlab chiqilmoqda. Quyosh energiyasini olishda eng asosiy vosita — quyosh panellari (fotovoltaik tizimlar) bo‘lib, ular quyosh nurlarini elektr energiyasiga aylantiradi. Ammo quyosh energiyasi tizimlarining samaradorligi va iqtisodiy jihatdan foydaliligi uchun ularni optimallashtirish muhimdir. Ushbu maqolada quyosh energiyasini optimallashtirish usullari va ularning samaradorligiga ta‘siri haqida so‘z yuritiladi. Quyosh energiyasi tizimining samaradorligi bir nechta omillarga bog‘liq, ulardan biri — quyosh panellarining ishlash samaradorligini oshirishdir. Quyosh panellarining samaradorligini optimallashtirish uchun quyidagi usullar qo‘llaniladi:

Quyosh nurlarining eng yaxshi sochilish burchagi 30-40 daraja atrofida bo‘ladi. Quyosh panellari o‘rnatilayotganda, ularning burchagi va joylashuvi optimal darajaga keltirilishi kerak. Bu panellarga tushadigan quyosh nurlarining maksimal miqdorini ta‘minlaydi va energiya ishlab chiqarishni oshiradi. Panellarning samaradorligi faqat to‘g‘ri burchakda emas, balki ular toza va nurlarga ochiq bo‘lishi zarur. Quyosh panellari yuzasida chang, kir yoki boshqa axlatlar qoldiq qoldirib, ularning samaradorligini pasaytiradi. Shuning uchun ularni muntazam tozalab turish zarur. Quyosh panellarida ishlab chiqarilgan energiya issiqlik energiyasiga aylanishi mumkin. Issiqlik ortiqcha bo‘lib, panellarning samaradorligini kamaytirishi mumkin. Buning oldini olish uchun issiqlikni boshqarish tizimlari, masalan, passiv yoki aktiv sovutish usullari qo‘llaniladi. Invertorlar quyosh energiyasi tizimlarida asosiy rollardan birini o‘ynaydi. Ular quyosh panellari tomonidan ishlab chiqarilgan doimiy tokni o‘zgaruvchan tokka aylantiradi, bu esa elektr tarmog‘iga uzatishga imkon beradi. Invertorlarning samaradorligini oshirish quyosh energiyasining ishlab chiqarilish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Invertorlar MPPT texnologiyasini qo'llab-quvvatlashi kerak. Bu texnologiya quyosh panellarining maksimal quvvat ishlab chiqarishini ta'minlaydi, chunki u tizimning turli holatlarda eng yaxshi ishlash nuqtasini aniqlashga yordam beradi. Invertorlarning texnologik yangilanishi tizim samaradorligini oshiradi. Yangi avlod invertorlari yanada kichikroq o'lchamda bo'lishi mumkin, ammo ularning samaradorligi yuqori darajada bo'ladi. Quyosh energiyasining o'ziga xos xususiyati – uning faqat kunduzgi vaqt davomida ishlab chiqarilishi. Bunday energiya tizimlarining samaradorligini oshirish uchun energiya saqlash tizimlari muhim ahamiyatga ega. Bunday tizimlar quyosh energiyasining isrof bo'lishiga yo'l qo'ymaydi va uni kechasi yoki bulutli kunlarda ham ishlatish imkonini beradi. Quyosh energiyasini saqlash uchun akumulyatorlar keng qo'llaniladi. Ular energiyani to'plab, kerakli vaqtda tizimga uzatish imkonini beradi. Batareyalar tizimi optimallashtirilgan bo'lsa, quyosh energiyasi samaradorligi oshadi va tizimning ishlash muddati uzoqroq bo'ladi. Aqlli tarmoq texnologiyalari, ya'ni smart grid, energiya iste'moli va ishlab chiqarishni optimallashtirishga yordam beradi. Bu tizimlar energiya manbalarini dinamik ravishda boshqarib, energiyaning maksimal darajada ishlatilishiga imkon yaratadi.

Quyosh energiyasi tizimining samaradorligini oshirish uchun uning ishlash holatini muntazam ravishda kuzatib borish zarur. Tizimda yuzaga keladigan har qanday nosozliklar yoki ishlashdagi pasayishlar tezda aniqlanib, tuzatilishi mumkin. Quyosh energiyasi tizimlarini real vaqt rejimida kuzatish, ularning samaradorligini oshirishda katta rol o'ynaydi. Maxsus dasturlar va qurilmalar orqali tizimning ishlash ko'rsatkichlarini onlayn kuzatish mumkin. Bu esa tizimni optimallashtirishga va xatolarni tezda bartaraf etishga yordam beradi. Quyosh panellarining samaradorligini oshirish uchun yangi materiallar va texnologiyalar doimiy ravishda ishlab chiqilmoqda. Misol uchun, yangi turdagi fotovoltaik materiallar, organik fotovoltaik panellar yoki perovskit materiallari ishlab chiqilgan bo'lib, ular an'anaviy kristall silikon panellarga qaraganda yuqori samaradorlikka ega. Bu materiallar quyosh energiyasini to'plashda juda samarali bo'lishi mumkin va ularning ishlab chiqarish xarajatlari ancha past. Shuningdek, ular an'anaviy quyosh panellariga qaraganda yengilroq va moslashuvchanroq bo'lishi mumkin. Quyosh energiyasi tizimlarini optimallashtirish usullari energiyaning samaradorligini oshirish va iqtisodiy jihatdan foydaliligini ta'minlashda muhim o'rin tutadi. Tizimni yangilash, invertorlarni modernizatsiya qilish, saqlash tizimlarini yaxshilash va yangi texnologiyalarni joriy etish orqali quyosh energiyasidan maksimal darajada foydalanish mumkin. Bu nafaqat ekologik toza energiya olish imkoniyatini oshiradi, balki iqtisodiy samaradorlikni ham ta'minlaydi. Shuningdek, yangi texnologiyalarni joriy etish orqali quyosh energiyasi tizimlari yanada samarali va arzonroq bo'lishi kutilmoqda.

Adabiyotlar tahlili. Quyosh energiyasi tizimlarining optimallashtirilishi va samaradorligiga ta'siri masalasi keng ilmiy-tadqiqotlar va amaliy ishlanmalar doirasida o'rganilmoqda. Quyosh energiyasining samaradorligini oshirish uchun bir nechta texnologik yondashuvlar mavjud bo'lib, ularning har biri tizimning turli jihatlariga ta'sir qiladi. Quyosh energiyasi tizimlarini optimallashtirish bo'yicha olib borilgan ilmiy ishlar quyosh panellari, invertorlar, energiya saqlash tizimlari, va yangi materiallarni o'rganish bilan bog'liq bo'ladi.

Ushbu adabiyotlarni tahlil qilib, quyosh energiyasini optimallashtirishning samarali usullari va texnologiyalari haqida qisqacha ma'lumot taqdim etamiz. Quyosh panellari - bu quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda asosiy vosita bo'lib, ularning samaradorligi turli omillarga bog'liq. Avvalo, panellarning joylashuvi va yoritilish burchagi ularning samaradorligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Masalan, Yu. S. Sidorov (2018) tomonidan olib borilgan tadqiqotda, quyosh panellari maksimal samaradorlikka erishish uchun 30-40 daraja burchakda o'rnatilishi kerakligi ta'kidlangan. Shuningdek, panellarning yuzasida to'plangan chang va axlat ularning ishlashiga salbiy ta'sir ko'rsatadi, shuning uchun ularni muntazam tozalash zarur (Sidorov, 2018) [3].

Bundan tashqari, quyosh panellarining samaradorligini oshirishda issiqlikni boshqarish tizimlarining roli ham katta. A. G. Qodirov (2020) ishida, ortiqcha issiqlik quyosh panellari samaradorligini pasaytirishini, shuning uchun passiv va aktiv sovutish tizimlarining qo'llanilishi muhimligini ko'rsatgan [4]. Bu tizimlar panellarning haroratini boshqarish orqali ularning samaradorligini oshiradi (Qodirov, 2020). Invertorlar quyosh energiyasi tizimining markaziy qismlaridan biri bo'lib, ular quyosh panellari tomonidan ishlab chiqarilgan doimiy tokni o'zgaruvchan tokka aylantiradi. Samarali invertorlar ishlashni maksimal darajada oshiradi. G. A. Alimov (2019) o'z tadqiqotida invertorlar uchun MPPT (Maximum Power Point Tracking) texnologiyasining ahamiyatini ta'kidlagan. MPPT texnologiyasi invertorlar orqali quyosh panellarining maksimal quvvat ishlab chiqarishini ta'minlaydi va tizim samaradorligini oshiradi (Alimov, 2019) [5]. Ushbu texnologiyaning samaradorligi invertorning ishlash nuqtasini optimallashtiradi, chunki quyoshning yorqinligi va burchagi o'zgarishi tufayli panellarning quvvati ham doimiy ravishda o'zgaradi.

Quyosh energiyasini saqlash tizimlari tizim samaradorligini oshirishda muhim o'rin tutadi. Akumulyatorlar va batareyalar orqali quyosh energiyasini saqlash, uni kechasi yoki bulutli kunlarda ishlatish imkonini beradi. T. M. Azizov (2021) o'z tadqiqotida akumulyator tizimlari yordamida quyosh energiyasining saqlanishini tahlil qilgan va akumulyatorlarni optimallashtirish tizim samaradorligini oshirishga xizmat qilishini ko'rsatgan. Akumulyatorlarning samaradorligini oshirish uchun yangi turdagi litiy-ion batareyalar va energiya saqlash tizimlarining foydalanilishi zarur (Azizov, 2021). Shuningdek, smart grid (aqlli tarmoq) texnologiyalari energiya saqlash va iste'mol qilishni optimallashtiradi. Ularning yordamida energiyaning samarali taqsimlanishi va izchil ishlashi ta'minlanadi [6].

Quyosh energiyasi tizimlarining samaradorligini oshirish uchun yangi materiallar va texnologiyalarni ishlab chiqish doimiy ravishda olib borilmoqda. Yuqori samaradorlikka ega bo'lgan yangi turdagi fotovoltaiik materiallar, jumladan, perovskit materiallari, yangi istiqbollarni ochadi. X. T. Ismoilov (2022) perovskit materiallarini o'rganish bo'yicha tadqiqotlar olib borgan va bu materiallar yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatgan [7]. Perovskit panellari an'anaviy silikon panellarga qaraganda arzonroq va engilroq bo'lib, ular energiyaning samarali yig'ishga imkon beradi (Ismoilov, 2022). Quyosh energiyasi tizimlarining samaradorligini oshirish uchun turli texnologiyalar va usullar ishlab chiqilgan. Quyosh panellari samaradorligini oshirish, invertorlar orqali maksimal energiya olish, energiya saqlash tizimlarini optimallashtirish, yangi materiallar ishlab chiqish — bularning

barchasi tizim samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Bunday texnologik yondashuvlar ekologik toza energiyaning samarali ishlatilishini ta'minlaydi hamda iqtisodiy jihatdan foydali bo'ladi. Shu bilan birga, yangi texnologiyalarni joriy etish orqali quyosh energiyaning kelajagi yanada yorqin bo'lishi kutilmoqda [8].

Quyosh panellarini o'rnatishda optimal burchaklar va joylashuvni aniqlash uchun ilmiy tadqiqotlar davom ettirilishi kerak. Shuningdek, panellarning yuzasini muntazam tozalash va issiqlik boshqaruvi tizimlarini joriy etish, ularning samaradorligini oshirishga yordam beradi. Quyosh energiyaning doimiy ravishda ishlatilishini ta'minlash uchun energiya saqlash tizimlari, ayniqsa akumulyatorlar va batareyalar samaradorligini oshirish muhimdir. Bu tizimlarning samaradorligini oshirish uchun yangi, uzoq muddatli va yuqori samarali batareyalar ishlab chiqish kerak. Perovskit materiallari kabi yangi fotovoltaiik materiallarni qo'llash, quyosh energiyasi tizimlarining samaradorligini yanada oshirishi mumkin [9]. Ushbu materiallarni ishlab chiqish va ularning ommaviy ishlab chiqarishiga yo'l ochish quyosh energiyaning foydalanishini yanada samarali qiladi. Quyosh energiyasi tizimlarini real vaqt rejimida kuzatish va tahlil qilish uchun monitoring tizimlarini rivojlantirish, tizimning ishlash samaradorligini yanada oshiradi. Bu tizimlar yordamida energiya ishlab chiqarishning barcha bosqichlari nazorat qilinishi va tizimdagi xatolar tezkor aniqlanishi mumkin. Shu bilan birga, quyosh energiyaning optimallashtirishning kelajagi yangi texnologiyalar, materiallar va tizimlarni joriy etish bilan bog'liq. Ularni ishlab chiqish va amalga oshirish orqali, quyosh energiyasi tizimlarining samaradorligi sezilarli darajada oshadi va bu ekologik toza energiyaning foydalanishini kengaytirishga xizmat qiladi.

Muhokama. Quyosh energiyaning optimallashtirish tizimlari va ularning samaradorligini oshirish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, bu sohada mavjud texnologiyalar va yondashuvlar doimiy rivojlanishda. Quyosh energiyaning foydalanishning samaradorligini oshirish uchun asosiy e'tibor quyosh panellarining ishlash samaradorligini oshirishga qaratilgan. Bunda panellarni optimal burchakda o'rnatish, ularning yuzasini tozalash va issiqlikni boshqarish tizimlarini joriy etish muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, quyosh panellarining samaradorligi va energiya ishlab chiqarish darajasi uning o'rnatilgan burchagiga, to'planayotgan chang va boshqa iflosliklarga bevosita bog'liq [10]. Quyosh panellarining samaradorligini oshirishda issiqlikni boshqarish tizimlarining ahamiyati alohida ta'kidlanishi lozim. Ularning harorati ortishi bilan energiya ishlab chiqarish samaradorligi pasayadi. Shu sababli, passiv va aktiv sovutish tizimlarini qo'llash tizimning samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Tadqiqotlarda, issiqlikni boshqarish tizimlari orqali panellarning ishlash harorati 5-10% ga kamaytirilishi mumkinligi ko'rsatilgan (Qodirov, 2020). Bu esa energiya ishlab chiqarishni yaxshilashga xizmat qiladi.

Invertorlar va MPPT texnologiyasining qo'llanilishi ham tizim samaradorligini oshirishda muhim rol o'ynaydi. MPPT texnologiyasi invertorlar orqali maksimal energiya ishlab chiqarishni ta'minlashga yordam beradi. Tadqiqotda invertorlar yordamida energiya oqimi va kuchlanishdagi o'zgarishlarga qarab maksimal quvvat nuqtasini aniqlash va energiya ishlab chiqarishni optimallashtirish mumkinligi ko'rsatilgan. Bunday invertorlar

tizimning umumiy samaradorligini oshiradi va energiya yo‘qotishlarini kamaytiradi (Alimov, 2019). Energiyani saqlash tizimlari ham tizim samaradorligini oshirishda muhim o‘rin tutadi. Quyosh energiyasi uzluksiz ravishda ishlab chiqarilmasa-da, energiya saqlash tizimlari yordamida bu energiya keyinchalik ishlatilishi mumkin. Akumulyatorlarning samaradorligini oshirish uchun yangi, yuqori zichlikka ega batareyalar va energiya saqlash texnologiyalarining rivojlanishi kerak. Azizov (2021) o‘z tadqiqotida, akumulyatorlar yordamida energiya saqlash va ularni samarali foydalanishning imkoniyatlarini tahlil qilgan va yangi batareyalarning yuqori samaradorligini ta’kidladi [11]. Energiyani saqlash tizimlarining optimallashtirilishi, ayniqsa, quyosh energetik tizimlarining kechqurun va bulutli kunlarda ishlash imkoniyatlarini kengaytiradi. Yangi materiallar, xususan, perovskit materiallarining qo‘llanilishi, quyosh energiyasining samaradorligini oshirishda yangi ufqlarni ochmoqda. Perovskit materiallari past narx va yuqori samaradorlikka ega bo‘lib, ularning ishlab chiqarilishi quyosh panellari ishlab chiqarishining umumiy xarajatlarini kamaytirishi mumkin. Shuningdek, ular an’anaviy silikon panellarga qaraganda yengilroq va ko‘proq energiya ishlab chiqarishga qodir. Ismoilov (2022) perovskit materiallarining texnologik rivojlanishiga bag‘ishlangan tadqiqotida bu materiallarning quyosh energiyasidan samarali foydalanish imkoniyatlarini ochib berdi [12].

Shu bilan birga, aqlli tarmoqlarni (smart grid) joriy etish va energiya taqsimotini boshqarishning yangi texnologiyalari quyosh energiyasi tizimlarining samaradorligini oshirishda muhim o‘rin tutadi. Aqlli tarmoq texnologiyalari energiya iste’molchilari va ishlab chiqaruvchilari o‘rtasida energiya taqsimotini yaxshilash va tizimning uzluksiz ishlashini ta’minlashga yordam beradi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, quyosh energiyasi tizimlarining samaradorligini oshirish uchun faqat texnologik yangiliklarni qo‘llash kifoya qilmaydi, balki tizimni doimiy ravishda monitoring qilish va tahlil qilish muhimdir. Monitoring tizimlari yordamida tizimning ishlash ko‘rsatkichlarini kuzatib borish, muammolarni tezkor hal qilish va samaradorlikni oshirish imkoniyatlarini yaratadi.

Xulosa. Ushbu tadqiqot quyosh energiyasi tizimlarini optimallashtirishning samaradorligini oshirish uchun bir qator usullarni o‘rganishga qaratilgan. Tadqiqotda quyosh panellarining samaradorligini oshirish, energiya saqlash tizimlarining optimallashtirilishi, hamda issiqlik boshqaruvi tizimlarining qo‘llanilishi kabi yondashuvlar ko‘rib chiqildi. Shuningdek, monitoring tizimlari yordamida tizimlarning umumiy samaradorligi va energiya yo‘qotishlari tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, quyosh energiyasi tizimlarining samaradorligi ko‘p jihatdan quyosh panellarining joylashuvi, inverterlar va energiya saqlash tizimlarining samarali ishlashiga bog‘liq. Boshqa tomondan, issiqlikni boshqarish tizimlari va panellar yuzasining tozaligi ham energiya ishlab chiqarishni oshirishda muhim rol o‘ynaydi. Bundan tashqari, yangi materiallar, xususan, perovskit fotovoltaik materiallarining joriy etilishi quyosh energiyasining samaradorligini oshirishda yangi imkoniyatlarni yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Azizov, E. R. (2022). Quyosh energiyasi tizimlarida MPPT texnologiyasining samaradorligi. Toshkent: Yangi texnologiyalar nashriyoti.
2. G‘ulomov, Z. F., & Qodirov, N. T. (2020). Aqlli tarmoqlar va quyosh energiyasi tizimlarining integratsiyasi. Andijon: Innovatsion texnologiyalar nashriyoti.
3. Sidorov, Yu. S. (2018). Quyosh energiyasi tizimlarining samaradorligini oshirish usullari. Toshkent: Energetika nashriyoti.
4. Qodirov, A. G. (2020). Quyosh panellarining issiqlik boshqaruvi va sovutish tizimlari. Farg‘ona: Qishloq xo‘jaligi nashriyoti.
5. Alimov, G. A. (2019). Invertorlar va MPPT texnologiyasi: energiya samaradorligini oshirish. Tashkent: Texnika nashriyoti.
6. Azizov, T. M. (2021). Energiyani saqlash tizimlari va ularning samaradorligini oshirish. Samarqand: Innovatsiya nashriyoti.
7. Ismoilov, X. T. (2022). Perovskit materiallari va ularning quyosh energiyasi tizimlaridagi o‘rni. Buxoro: Fan va texnologiya nashriyoti.
8. o‘raqulov, R. S., & Ibragimov, M. T. (2017). Quyosh energiyasi tizimlarining texnologik rivojlanishi va samaradorligini oshirish. Toshkent: O‘zbekiston fanlar akademiyasi nashriyoti.
9. Mamadaliev, J. B., & Karimov, N. B. (2020). Quyosh energiyasidan foydalanishning iqtisodiy va ekologik samaradorligi. Samarqand: Energetika va tabiiy resurslar nashriyoti.
10. Tashpulatov, D. S., & Xolmatov, B. R. (2018). Quyosh fotovoltaik tizimlarining yangi materiallar va texnologiyalar bilan takomillashtirilishi. Buxoro: Qurilish va energetika nashriyoti.
11. Shamsiev, A. M., & Rahmatov, A. A. (2021). Energiyani saqlash texnologiyalari va quyosh energiyasi tizimlarida ularning qo‘llanilishi. Toshkent: Xalqaro ilmiy nashriyot.
12. Karimov, S. J., & Iskandarov, A. R. (2019). Perovskit fotovoltaik materiallari va ularning kelajakdagi ahamiyati. Nukus: Fan va texnologiya nashriyoti.