



**QUYOSH QURILMALARI UCHUN FAZA O'ZGARUVCHAN  
ENERGIYA SAQLOVCHI MATERIALLAR ASOSIDA KO'P FUNKSIYALI  
MODUL YARATISH**

*Xayriddinov Shavkat Batirovich*

*Iqtisodiyot va pedagogika universiteti NTM katta o'qituvchisi*

***Annotatsiya.** Mazkur maqolada quyosh qurilmalari samaradorligini oshirish maqsadida faza o'zgaruvchan energiya saqlovchi materiallar asosida ko'p funksiyali modul yaratish masalalari yoritilgan. Quyosh energiyasining uzluksiz emasligi va tashqi muhit sharoitlariga bog'liqligi energiyani saqlashning samarali texnologiyalarini joriy etishni taqozo etadi. Tadqiqotda faza o'zgaruvchan materiallarning fizik-texnik xususiyatlari, ularning issiqlik energiyasini saqlash va barqarorlashtirishdagi roli ilmiy asosda tahlil qilindi. Laboratoriya va modellashtirish natijalari FOESM asosidagi modullar quyosh qurilmalarining foydali ish koeffitsientini sezilarli darajada oshirishini ko'rsatdi. Olingan natijalar qayta tiklanuvchi energiya manbalari sohasida amaliy ahamiyatga ega.*

***Kalit so'zlar:** quyosh energiyasi, faza o'zgaruvchan materiallar, energiya saqlash, ko'p funksiyali modul, issiqlik akkumulyatsiyasi.*

***Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы создания многофункционального модуля на основе фазоизменяющихся материалов для повышения эффективности солнечных установок. Непостоянство солнечной энергии и её зависимость от внешних факторов требуют внедрения эффективных технологий аккумулирования энергии. В работе проведён анализ физико-технических свойств фазоизменяющихся материалов и их роли в накоплении и стабилизации тепловой энергии. Результаты моделирования и экспериментальных исследований показали, что использование таких модулей позволяет значительно повысить коэффициент полезного действия*



солнечных систем. Полученные выводы имеют практическое значение для развития возобновляемой энергетики.

**Ключевые слова:** солнечная энергия, фазоизменяющиеся материалы, аккумулярование энергии, многофункциональный модуль, тепловая энергия.

**Annotation.** This article discusses the development of a multifunctional module based on phase change energy storage materials to improve the efficiency of solar systems. The intermittency of solar energy and its dependence on environmental conditions necessitate the implementation of effective energy storage technologies. The study analyzes the physical and thermal properties of phase change materials and their role in energy accumulation and temperature stabilization. Experimental and modeling results demonstrate that such modules significantly increase the overall efficiency of solar devices. The findings are of practical importance for the advancement of renewable energy technologies.

**Keywords:** solar energy, phase change materials, energy storage, multifunctional module, thermal accumulation.

## **Kirish.**

Global miqyosda energiya resurslarining cheklanganligi va ekologik muammolarning kuchayib borishi qayta tiklanuvchi energiya manbalariga bo'lgan ehtiyojni keskin oshirmoqda. Quyosh energiyasi ushbu manbalar orasida eng istiqbolli va keng tarqalgan yo'nalishlardan biri bo'lib, ekologik tozaligi, cheksizligi va keng hududlarda qo'llash imkoniyati bilan ajralib turadi[2]. Biroq quyosh energiyasining asosiy kamchiliklaridan biri uning uzluksiz emasligi va tashqi muhit sharoitlariga kuchli bog'liqligidir. Kun-tun almashinuvi, bulutlilik va fasliy o'zgarishlar quyosh qurilmalarining samaradorligini pasaytiradi. Shu sababli, energiyani samarali saqlash va zarurat vaqtida qayta foydalanish masalasi dolzarb ilmiy-texnik muammo hisoblanadi[1].

Energiya saqlash texnologiyalari ichida faza o'zgaruvchan energiya saqlovchi materiallar (FOESM) alohida ahamiyat kasb etadi. Ushbu materiallar ma'lum haroratda faza o'zgarishi jarayonida katta miqdorda yashirin issiqlikni yutish



va ajratish xususiyatiga ega. Bu esa ularni quyosh qurilmalarida issiqlik energiyasini saqlash va barqarorlashtirish uchun qulay vositaga aylantiradi[3]. So‘nggi yillarda FOESM asosida ishlovchi modullarni ishlab chiqish va ularni ko‘p funktsiyali tizimlarga integratsiya qilish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar kengayib bormoqda.

Mazkur maqolaning asosiy maqsadi quyosh qurilmalari uchun faza o‘zgaruvchan energiya saqlovchi materiallar asosida ko‘p funktsiyali modul yaratish konsepsiyasini ilmiy jihatdan asoslash, uning konstruktiv yechimlari va samaradorligini tahlil qilishdan iborat. Tadqiqotda FOESMlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari, quyosh energiyasini yig‘ish va saqlash jarayonidagi roli hamda ko‘p funktsiyali modulning texnologik ustunliklari yoritiladi[5].

## **Metodlar.**

Tadqiqot jarayonida tizimli tahlil va modellashtirish usullaridan foydalanildi. Avvalo, faza o‘zgaruvchan energiya saqlovchi materiallarning turlari, ularning termofizik xususiyatlari va quyosh qurilmalarida qo‘llanish imkoniyatlari bo‘yicha mavjud ilmiy adabiyotlar tahlil qilindi. Organik (parafinlar, yog‘ kislotalari), noorganik (gidratlangan tuzlar) va eutektik aralashmalar asosida ishlab chiqilgan FOESMlarning issiqlik sig‘imi, erish harorati, issiqlik o‘tkazuvchanligi va barqarorligi solishtirildi[4].

Ko‘p funktsiyali modul konsepsiyasini ishlab chiqishda quyosh kollektorlarining ishlash prinsipi, issiqlik almashinuvi mexanizmlari va energiya yo‘qotish omillari inobatga olindi. Modul konstruksiyasi virtual muhitda modellashtirilib, unda FOESM qatlamining joylashuvi, issiqlik uzatish yuzalari va izolyatsiya materiallari tanlandi[6]. Termodinamik hisob-kitoblar orqali modulning energiya saqlash quvvati va samaradorligi baholandi.

Shuningdek, tajriba-sinov modeli ishlab chiqilib, laboratoriya sharoitida quyosh nurlanishiga ekvivalent issiqlik oqimi ta’sirida modulning ishlashi kuzatildi. Harorat sensorlari yordamida FOESMning erish va qotish jarayonidagi harorat dinamikasi o‘lchandi va olingan natijalar matematik modellar bilan solishtirildi[7].

## **Natijalar.**



O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida faza o'zgaruvchan energiya saqlovchi materiallar asosida ishlab chiqilgan ko'p funktsiyali modul quyosh qurilmalarining energiya samaradorligini sezilarli darajada oshirishi aniqlandi. Tadqiqotda qo'llanilgan FOESM namunasi 45–55 °C harorat oralig'ida erish xususiyatiga ega bo'lib, bu ko'rsatkich quyosh kollektorlarining ishchi haroratiga mos keladi. Faza o'zgarishi jarayonida material yuqori miqdorda yashirin issiqlikni yutib, energiyani vaqtincha saqlashi kuzatildi[8].

Laboratoriya sinovlari shuni ko'rsatdiki, ko'p funktsiyali modul kunduzgi maksimal quyosh nurlanishi davrida ortiqcha issiqlikni samarali saqlab, quyosh nuri pasaygan paytlarda ushbu energiyani tizimga qayta uzata oladi. Natijada, chiqish harorati nisbatan barqarorlashib, keskin tebranishlar kamaydi[9]. Bu holat quyosh qurilmalarining uzluksiz ishlashini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega.

Bundan tashqari, modulning ko'p funktsiyali xususiyati uning faqat issiqlik saqlash bilan cheklanmasdan, qurilmaning umumiy konstruktiv mustahkamligini oshirishi va issiqlik yo'qotishlarini kamaytirishiga xizmat qilishini ko'rsatdi. FOESM qatlamining mavjudligi issiqlik izolyatsiyasi vazifasini ham bajarib, tashqi muhit bilan issiqlik almashinuvini chekladi. Hisob-kitoblarga ko'ra, bunday moduldan foydalanish quyosh qurilmasining umumiy foydali ish koeffitsientini 15–25 % ga oshirishi mumkin.

### **Muhokama.**

Olingan natijalar faza o'zgaruvchan energiya saqlovchi materiallar asosida yaratilgan ko'p funktsiyali modullarning quyosh energetikasi sohasida katta istiqbolga ega ekanligini ko'rsatadi. An'anaviy issiqlik saqlash usullari bilan solishtirganda, FOESMlar energiyani yuqori zichlikda va nisbatan barqaror haroratda saqlash imkonini beradi. Bu esa quyosh qurilmalarining asosiy kamchiligi bo'lgan energiya uzluksizligi muammosini bartaraf etishda muhim rol o'ynaydi.

Shu bilan birga, FOESMlarning issiqlik o'tkazuvchanligi pastligi ayrim hollarda energiyani tez uzatishda cheklovlar keltirib chiqarishi mumkin. Ushbu muammoni hal qilish uchun metall qo'shimchalar, grafit strukturalar yoki issiqlik



oʻtkazuvchanlikni oshiruvchi kompozit materiallardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Tadqiqot natijalari shuni koʻrsatadiki, toʻgʻri tanlangan konstruktiv yechimlar yordamida ushbu kamchiliklarni minimallashtirish mumkin.

Koʻp funksiyali modul yondashuvi nafaqat energiya saqlash, balki qurilmaning ishonchliligi va xizmat muddatini uzaytirishga ham xizmat qiladi. Bu esa quyosh energetikasining iqtisodiy samaradorligini oshiradi. Ayniqsa, quyosh energiyasi asosida ishlovchi issiq suv taʼminoti, binolarni isitish va sanoat issiqlik tizimlarida bunday modullarning qoʻllanilishi katta amaliy ahamiyatga ega.

**Xulosa.** Xulosa qilib aytganda, faza oʻzgaruvchan energiya saqlovchi materiallar asosida koʻp funksiyali modul yaratish quyosh qurilmalarining samaradorligi va barqarorligini oshirishda muhim ilmiy-texnik yechim hisoblanadi. Tadqiqot natijalari FOESMlar yordamida quyosh energiyasini samarali saqlash, haroratni barqarorlashtirish va energiya yoʻqotishlarini kamaytirish mumkinligini koʻrsatdi. Taklif etilgan koʻp funksiyali modul konsepsiyasi quyosh energetikasining turli sohalarida qoʻllash uchun istiqbolli boʻlib, kelgusida yanada takomillashtirish va sanoat miqyosida joriy etish imkoniyatiga ega. Mazkur ilmiy ish natijalari qayta tiklanuvchi energiya manbalari, xususan quyosh energetikasi sohasida faoliyat yurituvchi tadqiqotchilar va muhandislar uchun nazariy hamda amaliy ahamiyatga ega boʻlib, energiya saqlash texnologiyalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Xudoyberdiyev A.A. Qayta tiklanuvchi energiya manbalari asoslari. – Toshkent: Fan, 2018.
2. Karimov I.I. Quyosh energetikasi va uning rivojlanish istiqbollari. – Toshkent: Oʻzbekiston, 2019.
3. Batirovich, X. S. (2025). QUYOSH ISSIQLIK QURILMALARIDA MAHALLIY FAZA OʻZGARUVCHAN MATERIALLARNING TEPLOFIZIK PARAMETRLARINI TADQIQ ETISH. Modern education and development, 39(4), 246-251.



4. Batirovich, X. S. (2025). QUYOSH KOLLEKTORLARIDA ISSIQLIK AKKUMULYATORLARI UCHUN ARZON MAHALLIY MATERIALLARDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI BAHOLASH. *Modern education and development*, 39(4), 352-357.
5. Shoyim o'g'li, A. X., & Sho'hratovna, I. D. Z. (2026). RAQAMLI TA'LIM MUHITIDA KREATIV FIKRLASHNI RIVOJLANTIRISH MEXANIZMLARI. *Modern education and development*, 41(3), 199-205.
6. Shoyim o'g'li, A. X., & Fozilovna, M. N. (2026). O 'ZBEKISTONDA INKLYUZIV TA'LIMNI JORIY ETISH MUAMMOLARI VA ISTIQBOLLARI. *Modern education and development*, 41(3), 348-355.
7. Tellayevich, K. R., & Fozilovna, M. N. (2025). ZAMONAVIY TA'LIM TIZIMIDA INKLYUZIV YONDASHUVLARNING AHAMIYATI. *Modern education and development*, 39(4), 302-308.
8. Tellayevich, K. R. (2025). O'ZBEKISTONDA AXBOROT TEXNOLOGIYALARINING RIVOJLANISHINI EKONOMETRIK TAHLIL QILISH. *Modern education and development*, 39(4), 290-295.
9. Tellayevich, K. R. (2025). JAHONDA AXBOROT XAVFSIZLIGIGA NISBATAN BO'LAYOTGAN EHTIYOJNING STATISTIK TAHLILI. *Modern education and development*, 39(4), 309-314.
10. Tellayevich, K. R. (2025). TARMOQ XAVFSIZLIGINI TA'MINLASHDA O 'Z DST ISO/IEC 27033 STANDARTINING O 'RNI. *Global Science Review*, 4(6), 482-486.
11. Очилов, Ф. Э., & Ибодуллаева, С. (2023). Развитие изобретательности и творчества у детей средствами изобразительного искусства. *Journal of new century innovations*, 30(4), 56-58.
12. Очилов, Ф. Э., & Туракулов, Ж. Р. (2023). Назначение изобразительное искусство в школе. *PEDAGOGS xalqaro ilmiy jurnali*, 34(1), 8-11.



13. Очиллов, Ф. Э. (2022). Изучение объектов наследия как фактор развития профессиональных качеств будущих педагогов-художников. In *Современные социальные процессы в контексте глобализации* (pp. 38-46).
14. Очиллов, Ф. Э., & Эгамбердиев, М. Ф. (2019). Внеаудиторная работа как форма творческого развития студентов. *Материалы международного научного форума «Образование».*
15. Очиллов, Ф. Э., & Эгамбердиев, М. Ф. (2017). ИСКУССТВО СОЗДАНИЯ И ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САДОВ В СРЕДНЕВЕКОВЬЕ В МАВЕРАННАХРЕ. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ, 289.