

**QUYOSH ELEKTR STANSIYASILARIDA PALTELLAR YUZASINI  
CHANGDAN TOZALASHDA SUN'IY INTELLEKT ORQALI  
AVTOMATLASHTIRISH TEXNALOGIYASI.**

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti tomonidan taqdim  
etilgan

**B.J.Sultonov**

[bozorboy200590@gmail.com](mailto:bozorboy200590@gmail.com)

+998990960444

**A.D.Abduvoxidova**

[anisaabduvoxidova@gmail.com](mailto:anisaabduvoxidova@gmail.com)

Energetika muhandisligi yo'nalishi

2-kurs talabasi

**Islomov Zafar Zayniddin O'g'li**

(TerDMAU talaba)

**ANNOTATSIYA:** Ushbu maqolada quyosh elektr stansiyalarida fotoelektrik panellaryuzasining changlanishi natijasida yuzaga keladigan samaradorlik pasayishi muammosi va uni bartaraf etishda sun'iy intellekt asosida avtomatlashtirilgan tozalash texnologiyalaridan foydalanish masalalari yoritilgan. Tadqiqotda panellar yuzasining ifloslanish sabablari, an'anaviy tozalash usullarining kamchiliklari hamda sun'iy intellekt, kompyuter ko'rish va robotlashtirilgan tizimlar asosida ishlovchi zamonaviy yechimarning afzalliklari tahlil qilingan. Shuningdek, avtomatlashtirilgan tozalash tizimlarining iqtisodiy va ekologik samaradorligi, resurslardan oqilona foydalanish imkoniyatlari hamda O'zbekiston sharoitida ushbu texnologiyalarni joriy etish istiqbollari ko'rib chiqilgan.

**Kalit so'zlar:** quyosh elektr stansiyasi, fotoelektrik panel, changlanish, sun'iy intellekt, avtomatlashtirilgan tozalash, robotlashtirilgan tizimlar.

## **Ветровые электрические станции-энергия будущего**

**АННОТАЦИЯ:** В данной статье рассматривается проблема снижения эффективности фотоэлектрических панелей солнечных электростанций вследствие загрязнения их поверхности пылью, а также возможности её решения с использованием автоматизированных технологий очистки на основе искусственного интеллекта. Проанализированы причины загрязнения поверхности панелей, недостатки традиционных методов очистки и преимущества современных решений, основанных на применении искусственного интеллекта, компьютерного зрения и роботизированных систем. Также рассмотрены экономическая и экологическая эффективность автоматизированных систем очистки, возможности рационального использования ресурсов и перспективы внедрения данных технологий в условиях Узбекистана.

**Ключевые слова:** солнечная электростанция, фотоэлектрическая панель, загрязнение, искусственный интеллект, автоматизированная очистка, роботизированные системы.

## **Wind Power Plants - Energy or the Future**

**ABSTRACT:** This article addresses the problem of efficiency reduction in photovoltaic panels of solar power plants caused by dust accumulation on their surfaces and explores solutions based on automated cleaning technologies using artificial intelligence. The study analyzes the causes of panel contamination, the limitations of conventional cleaning methods, and the advantages of modern solutions employing artificial intelligence, computer vision, and robotic systems. In addition, the economic and environmental efficiency of automated cleaning systems, opportunities for rational resource utilization, and prospects for implementing these technologies under the conditions of Uzbekistan are discussed.

**Keywords:** solar power plant, photovoltaic panel, dust accumulation, artificial intelligence, automated cleaning, robotic systems.

## KIRISH

Quyosh energetikasi XXI asrda global energetika tizimining muhim tarkibiy qismiga aylanib bormoqda. An'anaviy yoqilg'i manbalarining cheklanganligi, ekologik muammolarning keskinlashuvi va energiyaga bo'lgan talabning ortib borishi qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan samarali foydalanishni taqozo etmoqda. Shu jihatdan qaralganda, quyosh elektr stansiyalari ekologik toza, barqaror va uzoq muddatli energiya manbai sifatida alohida ahamiyatga ega. O'zbekiston geografik joylashuvi va yuqori quyosh nurlanishi salohiyati tufayli quyosh energetikasini rivojlantirish uchun qulay sharoitga ega.

Biroq quyosh elektr stansiyalarining samaradorligi faqatgina o'rnatilgan texnologiyalarga emas, balki ekspluatatsiya jarayonidagi tashqi omillarga ham bevosita bog'liq. Ushbu omillardan eng asosiysi- quyosh panellari yuzasining changlanishidir. Chang, qum va atmosfera iflosliklari panel sirtida to'planib, quyosh nurlarining yutilishini kamaytiradi va natijada elektr energiyasi ishlab chiqarish hajmi pasayadi. Shu sababli panellarni tozalash jarayonini zamonaviy texnologiyalar asosida avtomatlashtirish dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.

## ASOSIY QISM

Quyosh panellari yuzasining changlanishi turli tabiiy va texnogen omillar ta'sirida yuzaga keladi. Shamol orqali ko'tarilgan chang zarralari, sanoat chiqindilari, transport vositalaridan ajraladigan gaz va qattiq zarrachalar vaqt o'tishi bilan panel sirtida qatlam hosil qiladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, kuchli changlanish sharoitida fotoelektrik panellarning foydali ish koeffitsienti 25-30 foizgacha kamayishi mumkin. Bu esa yirik quyosh elektr stansiyalari uchun sezilarli iqtisodiy yo'qotishlarga olib keladi.

An'anaviy tozalash usullari, asosan, qo'lda bajariladigan mexanik ishlar yoki oddiy avtomatlashtirilgan qurilmalar yordamida amalga oshiriladi. Bunday usullar katta

maydonlarni egallagan quyosh stansiyalarida samarasiz bo'lib, ko'p miqdorda mehnat resurslari va suv sarfini talab qiladi. Ayniqsa, suv tanqis bo'lgan hududlarda bu muammo yanada dolzarblashadi. Shu sababli suv sarfini minimallashtiruvchi va inson omilini kamaytiruvchi innovatsion yechimlarga ehtiyoj ortib bormoqda.

Sun'iy intellekt asosida avtomatlashtirilgan tozalash tizimlari ushbu muammoga samarali yechim sifatida qaralmoqda. Sun'iy intellekt algoritmlari sensorlar, kameralar va meteorologik ma'lumotlar orqali panel yuzasining holatini doimiy monitoring qilib boradi. Kompyuter ko'rish texnologiyalari yordamida chang qatlamining qalinligi, tarqalish hududi va intensivligi aniqlanadi. Ushbu ma'lumotlar asosida tizim tozalash zarurati va optimal vaqtini mustaqil ravishda belgilaydi.

Avtomatlashtirilgan tozalash jarayonida robotlashtirilgan qurilmalar keng qo'llaniladi. Ular relsli yoki mobil platformalar ko'rinishida bo'lib, quyosh panellari bo'ylab harakatlanadi. Sun'iy intellekt boshqaruvi robot harakat trayektoriyasini, tezligini va tozalash usulini real vaqt rejimida moslashtiradi. Quruq tozalash, havo oqimi bilan tozalash yoki minimal suv sarfi asosidagi usullar panel yuzasiga zarar yetkazmasdan yuqori samaradorlikni ta'minlaydi.

Sun'iy intellekt tizimlarining muhim afzalliklaridan yana biri-prognozlash imkoniyatidir. Tizim tarixiy ma'lumotlarni tahlil qilib, changlanishning mavsumiy va iqlimiy o'zgarishlarini aniqlaydi. Shamol tezligi, yog'ingarchilik miqdori, havo namligi kabi omillar hisobga olinib, kelajakda yuzaga kelishi mumkin bo'lgan changlanish darajasi oldindan bashorat qilinadi. Natijada tozalash ishlari rejalashtirilgan holda, minimal resurs sarfi bilan amalga oshiriladi.

Iqtisodiy jihatdan qaralganda, sun'iy intellekt asosida avtomatlashtirilgan tozalash tizimlari dastlabki investitsiya talab etadi. Biroq uzoq muddatli ekspluatatsiya davomida mehnat xarajatlarining kamayishi, suv va energiya tejallishi hamda elektr energiyasi ishlab chiqarish hajmining oshishi hisobiga umumiy samaradorlik yuqori bo'ladi. Yirik quyosh

elektr stansiyalarida bunday tizimlarning joriy etilishi bir necha yil ichida o'zini oqlashi mumkin.

Ekologik nuqtai nazardan ham ushbu texnologiyalar muhim ahamiyatga ega. Suvdan kam foydalanish yoki butunlay quruq tozalash usullarining qo'llanilishi tabiiy resurslarni muhofaza qilishga xizmat qiladi. Shuningdek, inson omilining kamayishi mehnat xavfsizligini oshiradi va balandlikda bajariladigan xavfli ishlar sonini qisqartiradi.

## **XULOSA**

Quyosh elektr stansiyalarida panellar yuzasini changdan tozalashni sun'iy intellekt orqali avtomatlashtirish energiya ishlab chiqarish samaradorligini oshirishning zamonaviy va istiqbolli yo'nalishi hisoblanadi. Ushbu texnologiya nafaqat iqtisodiy jihatdan foydali, balki ekologik barqarorlikni ta'minlashda ham muhim rol o'ynaydi. O'zbekiston sharoitida quyosh energetikasini rivojlantirish jarayonida sun'iy intellektga asoslangan avtomatlashtirilgan tozalash tizimlarini joriy etish yirik energetik loyihalarning samaradorligini sezilarli darajada oshirishi mumkin. Kelajakda bu yo'nalish ilmiy tadqiqotlar va amaliy ishlanmalar orqali yanada takomillashib, qayta tiklanuvchi energiya sohasining ajralmas qismiga aylanishi kutilmoqda.

## **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. Messenger R., Ventre J. Photovoltaic Systems Engineering. -CRC Press, 2010.
2. Duffie J. A., Beckman W. A. Solar Engineering of Thermal Processes. -Wiley, 2013.
3. Sayyah A., Horenstein M.N., Mazumder M. K. Energy yield loss caused by dust deposition on photovoltaic panels. Solar Energy, 2014.
4. Ilse K., Micheli L., Figgis B. et al. Techno-economic assessment of soiling losses and mitigation strategies for solar power generation. Joule, 2019.
5. Chong K. K., Wong C. W. General formula for on-axis sun-tracking system and its application in improving tracking accuracy of solar collector. Solar Energy, 2009.

6. Benghanem M., Mellit A., Alamri S. N. Modeling of dust effect on photovoltaic modules. *Energy Conversion and Management*, 2013.
7. *Artificial Intelligence in Renewable Energy Systems*/Edited by A. K. Azad.- Springer, 2021.
8. O'zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi rasmiy materiallari va ochiq statistik ma'lumotlari.