

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
за матеріалами XI Всеукраїнської науково-практичної конференції
«ЕЛЕКТРОННІ ТА МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ:
ТЕОРІЯ, ІННОВАЦІЇ, ПРАКТИКА»

18 грудня 2025 року



Полтава 2025

УДК 621.34

В.М. Галай, к.т.н, доцент,

В.О. Коломієць, магістрант

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

ПРОЄКТУВАННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ВІДСТЕЖЕННЯ СОНЦЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ УСТАНОВОК

На тлі посилення кліматичних змін та виснаження запасів викопного палива, сонячна енергетика визнана одним із найбільш перспективних і екологічно чистих шляхів забезпечення енергетичної незалежності. Україна, прагне збільшити частку відновлювальних джерел енергії у загальному балансі енергії. Основним завданням є, зниження собівартості електроенергії, виробленої фотоелектричними установками. Системи відстеження сонця (далі трекари) прямо впливають на даний показник, забезпечуючи суттєвий приріст генерації до 20-45%, порівняно зі стандартними системами. Це скорочує термін окупності інвестування у сонячні електростанції.

Існуючі на даний момент комерційні трекари часто є дорогими або складними у обслуговуванні. Є нагальна потреба в розробці оптимізованих, надійних і економічно доступних рішень, які б ефективно працювали в умовах конкретної географічної широти та змінної погоди. Не треба забувати, що даний процес вимагає точного математичного моделювання взаємодії руху сонця, механіки трекара та електричних характеристик панелі. Це дозволяє ще на етапі розробки мінімізувати втрати потужності та підвищити загальний ККД системи. Розробка власного проєкту системи трекингу дозволить адаптувати її до місцевих інженерних стандартів та зменшити залежність від імпорتنих технологій, що є важливим для енергетичної безпеки країни.

Головна мета полягає у підвищенні річного енерговиробітку окремо взятої фотоелектричної установки шляхом розробки, математичного моделювання та порівняльного аналізу ефективності оптимізованої двохосової системи відстеження сонця, адаптованої для конкретних географічних умов. Для досягнення результатів довелося провести огляд літературних джерел, патентів та існуючих комерційних рішень для класифікації та порівняння різних архітектур трекарів (одноосові, двоосові) та їхніх приводів. Проаналізувати та вибрати найбільш актуальні методи керування (астрономічний алгоритм, сенсорне керування, гібридні підходи) для забезпечення максимальної точності та енергоефективності. Визначити оптимальні конструктивні матеріали та схему приводу, що відповідають вимогам надійності та мінімальної вартості. Важливо

сформулювати точну астрономічну математичну модель руху сонця – розрахунок зенітного та азимутального кутів з урахуванням місцевих географічних координат та часових поправок, розробити динамічну модель механічної частини трекера для оцінки необхідної потужності двигунів та стабільності конструкції. Створити електричну модель фотоелектричного модуля та трекерної системи для розрахунку виробітку енергії.

Аналіз двовісної системи трекінгу показує, що це найбільш ефективне, але й найскладніше технічне рішення для сонячної енергетики. Система дозволяє панелі завжди бути перпендикулярною до сонячних променів, враховуючи як добовий рух сонця, так і сезонну зміну висоти. Приріст генерації сонячної електроенергії припадає на 40% порівняно зі стаціонарними установками.

Що стосується комплектуючих, в даному проекті окрім фоторезисторів, які забезпечують точне наведення сонячних панелей, також використовуються інклінометр – забезпечуючи зворотний зв'язок, щоб система точно знала кут нахилу установки, уникаючи механічних помилок.

Якщо ж пройтись по перевагам та недолікам, то до переваг відноситься: максимально можливий ККД панелі, стабільний графік видачі енергії протягом дня та можливість автоматичного переходу в горизонтальний режим при сильному вітрі. До недоліків слід віднести високу ціну та довгий період окупності, наявність рухомих частин, що потребують обслуговування, споживання енергії двигунами.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Kurbatova T., Spivakovskyy S., Sotnyk M. and Hyrchenko Y. «Solar Energy Advancement in Ukraine's Households: is the Feed-In Tariff Economically Justified?», 2021 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES), 2021. 145-165*
2. *Slabinoha M. O., Kuchirka Y. M., Krinitsky O. S., Yourkiv N. M. «Modeluvanna zalezhnosty zminypotuzhnosty sonachnih paneley vid kuta padinna promeniv», 2018.*
3. *Golovan M. M., Zdolbitska N. V., Lishchina V. O., Grinuk S. V. «Analiz productyvnostry systemy avtomatichnoho posicionuvanna sonachnih paneley», 2020.*
4. *Xing C., Xi X., He X. and Liu M. «Research on the MPPT Control Simulation of Wind and Photovoltaic Complementary Power Generation System», 2020 IEEE Sustainable Power and Energy Conference (iSPEC), 2020.*
5. *Anuradha A., Yadav S. and Sinha S. «Solar-Wind Based Hybrid Energy System: Modeling and Simulation», 2021 4th International Conference on Recent Developments in Control, Automation & Power Engineering (RDCAPE), 2021.*

**DESIGN AND MODELING OF A SUN TRACKING SYSTEM TO
INCREASE THE EFFICIENCY OF PHOTOELECTRIC
INSTALLATIONS**

V. Galay, candidate of technical sciences,

V. Kolomiets, undergraduate

National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"