

Секція 4
ЕЛЕКТРОНІКА, ЕЛЕКТРОННІ КОМУНІКАЦІЇ,
ПРИЛАДОБУДУВАННЯ ТА РАДІОТЕХНІКА

УДК 621.383

Махиборода А.І., здобувач

*Національний технічний університет «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»*

**РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МРРТ-АЛГОРИТМУ НА
ОСНОВІ ANFIS ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ**

В умовах стрімкого розвитку відновлюваної енергетики сонячні фотоелектричні системи (ФЕС) посідають провідне місце серед джерел генерації електроенергії. Однак ефективність їх функціонування значною мірою залежить від здатності автоматичних систем адаптуватися до постійно змінюваних кліматичних умов, таких як освітленість, температура навколишнього середовища, часткове затінення та інші нестабільності. Відтак, проблема забезпечення максимальної енергетичної продуктивності ФЕС набуває особливої актуальності як наукового, так і прикладного рівня. У сучасних умовах інтенсивного впровадження сонячної енергетики зростає потреба у високоточних та адаптивних алгоритмах, що здатні забезпечувати стабільну роботу енергетичних систем у широкому діапазоні зовнішніх змін.

У цьому контексті методи стеження за точкою максимальної потужності МРРТ (Maximum Power Point Tracking) відіграють ключову роль, оскільки дозволяють максимально ефективно відстежувати точку максимальної потужності (МРР) на вольт-амперній характеристиці сонячної батареї. Класичні алгоритми, попри їх простоту та реалізаційну зручність, показують недостатню точність у складних умовах роботи, зокрема при частковому затіненні. Це обумовлює необхідність застосування інтелектуальних підходів до оптимізації роботи ФЕС, серед яких значне місце посідають гібридні та штучно-інтелектуальні системи [1].

У роботі представлено інтелектуальний МРРТ-алгоритм на основі ANFIS (Adaptive neuro fuzzy inference system) – адаптивної нечіткої системи виведення, що об'єднує нечітку логіку з нейронними мережами. Такий підхід дозволяє створити самонавчальний регулятор, який здатен адаптувати свою поведінку до зовнішніх змін в режимі

реального часу без необхідності створення жорстко заданої математичної моделі. ANFIS поєднує гнучкість лінгвістичних правил з потужністю навчання нейронної мережі, забезпечуючи точне відстеження MPP навіть у складних погодних умовах. Це особливо важливо для систем з нестабільним освітленням, де класичні методи демонструють значні втрати енергії [2].

Реалізована симуляційна модель у MATLAB/Simulink, що дозволяє змоделювати варіативні сценарії зміни освітленості, температури, PSC (Partial Shading Conditions), а також протестувати запропонований підхід у порівнянні з класичними методами P&O (Perturb and Observe) та InC (Incremental Conductance). Алгоритм впроваджено у мікроконтролерну систему на базі STM32 з інтеграцією DC-DC перетворювача, сенсорів струму та напруги, що дозволяє перевірити ефективність методу в реальних умовах [3].

Очікуваними результатами роботи є підвищення коефіцієнта корисної дії ФЕС на 7–12% у порівнянні з базовими методами MPPT, скорочення часу досягнення оптимального режиму, зменшення коливань навколо точки максимальної потужності та забезпечення стабільної роботи навіть у складних кліматичних умовах. Розроблене рішення має перспективу використання у складі автономних систем енергопостачання, зокрема для об'єктів критичної інфраструктури, мобільних енергетичних комплексів та інтелектуальних електромереж.

Список використаних джерел:

1. Podder, A., Roy, N., Samanta, S., & Mandal, K. (2019). MPPT methods for solar PV systems: A critical review based on tracking nature. *IET Renewable Power Generation*, 13(10), 1615–1632. <https://doi.org/10.1049/iet-rpg.2018.5684>
2. Mehmood, A., Mian, S. A., Mahmood, A., & Awan, S. M. (2025). A Robust MPPT Controller Design Using Artificial Neural Network Based Perturb and Observe Method for PV Systems. *Applied Sciences*, 15(3), 1031. <https://doi.org/10.3390/app15031031>
3. Volodymyr Chernenko, Petro Yahanov, Demyd Pekur, Roman Korkishko, Vasyly Kornaga, Viktor Sorokin, Analytical model of light current-voltage characteristics of a solar cell based on experimental data, *Solar Energy Advances*, Volume 4, 2024, 100073, ISSN 2667-1131. <https://doi.org/10.1016/j.seja.2024.100073>