

УДК 621.311.25

ОЦІНКА ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ОБЛАДНАННЯ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ПО ОБЛАСТЯХ УКРАЇНИ

I.M. Буратинський

*Інститут загальної енергетики НАН України,
вул. Антоновича, 172, м. Київ, 03150, Україна,
тел.: +38(095)752-64-00, e-mail: buratunsky@gmail.com*

З використанням нелінійної математичної моделі оптимізації структури обладнання фотоелектричних сонячних електростанцій за критерієм мінімальної середньозваженої собівартості виробництва електричної енергії проведена оцінка в частині співвідношення потужності постійного та змінного струму по областях України.

Ключові слова: *фотоелектрична сонячна електростанція, середньозважена собівартість виробництва електричної енергії, математична модель, коефіцієнт перевантаження.*

OPTIMAL STRUCTURE EQUIPMENT ESTIMATION OF THE SOLAR POWER PLANT IN THE REGIONS OF UKRAINE

I.M. Buratynskyi

*Institute of General Energy, National Academy of Science of
Ukraine, 172 Antonovycha str., Kyiv, Ukraine, 03150*

Using a nonlinear mathematical model of the equipment structure optimizing of photovoltaic solar power plants by the criterion of the minimum levelized cost of electricity, estimated in terms of the DC/AC overloading in the regions of Ukraine.

Keywords: *solar photovoltaic station, levelized cost of electricity, mathematical model, DC/AC overloading.*

ORCID: 0000-0003-2928-9621.

Впродовж останніх років у світі спостерігається стрімке зростання встановленої потужності фотоелектричних сонячних електростанцій (СЕС), зумовлене здешевленням основного обладнання та удосконаленням технологічних рішень [1].

Тарифне стимулювання та надання преференцій сприяло стрімкому розвитку впровадження СЕС в Україні. Станом на кінець 2020 року сумарна встановлена потужність СЕС в об'єднаній енергосистемі України досягла 5,15 ГВт, порівняно з 3,55 ГВт у 2019 році та 1,22 ГВт у 2018-му [2].

Відповідно до Закону «Про ринок електричної енергії» [3] в Україні започатковано конкурентну аукціонну модель підтримки нового будівництва відновлюваних джерел енергії. Для участі в аукціонах електростанція має досягти мінімальних витрат при максимальній ефективності роботи з відповідною середньозваженою собівартістю виробництва електричної енергії (LCOE).

До загальних витрат належать капітальні інвестиції при впровадженні (CAPEX) з урахуванням проєктування, закупівлі, будівництва (EPC) та операційних витрат впродовж усього періоду експлуатації (OPEX).

Одним із можливих шляхів щодо зниження LCOE є підвищення обсягів виробництва електричної енергії шляхом збільшення встановленої потужності постійного струму (DC) фотоелектричних модулів (ФЕМ) над інверторною потужністю змінного струму (AC).

Застосування коефіцієнта перевантаження (DC/AC overloading) дозволяє досягти найбільшої ефективності роботи СЕС (PR, Performance Ratio). Обсяги виробництва електричної енергії залежать від рівня сонячного випромінювання на майданчику розміщення СЕС.

У дослідженні [4] визначено найоптимальнішу структуру обладнання СЕС на території Одеської області при значенні коефіцієнта перевантаження на рівні 1,4.

Апробація нелінійної математичної моделі оптимізації структури обладнання СЕС [5] залежно від інтенсивності сонячного випромінювання, яке потрапляє на поверхню ФЕМ, показала, що територіальне розташування СЕС впливає на оптимальний коефіцієнт перевантаження.

Подальші розрахунки здійснено з метою оцінки оптимальної структури обладнання СЕС по областях України. Для цього було використано вхідні дані PVGIS [6] щодо сонячного випромінювання з урахуванням відбиття, розсіювання та температурних втрат протягом цілого року для 25 координатних точок біля населених пунктів, які розташовані близько до центру областей України.

Результати модельних розрахунків показали, що для СЕС, розташованих у різних областях України, при PR 80 % оптимальний коефіцієнт перевантаження буде коливатись в межах від 1,4 до 1,68; при PR 85 % – від 1,32 до 1,58; при PR 90 % – від 1,25 до 1,49.

Спостерігається тренд необхідності збільшення потужності ФЕМ при зменшенні рівня сонячного випромінювання.

За допомогою проведеної оцінки структури обладнання СЕС за критерієм мінімальної LCOE знайдено оптимальне співвідношення потужності постійного та змінного струму для СЕС.

На основі відповідних вхідних технічних, економічних, метеорологічних даних можна визначити LCOE для СЕС на різних територіях, що дає можливість оцінити їх конкурентоздатність під час участі в аукціоні.

Література:

1. IRENA (2020), Renewable Power Generation Costs in 2019, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
2. НЕК «Укренерго». (2020), Встановлена потужність відновлювальних джерел енергії за 2015–2020 роки. Київ., 2019. URL: <https://ua.energy/vstanovlena-potuzhnist-energosityemy-ukrayiny/> (дата звернення: 19.02.2021)

3. Про ринок електричної енергії: Закон України від 13.04.2017. № 2019-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19#Text> (дата звернення: 21.02.2021).

4. Буратинський І.М., Нечаєва Т.П., Шульженко С.В. Оптимізація структури обладнання фотоелектричної сонячної електростанції. Проблеми загальної енергетики. 2020. Вип. 2 (61). С. 17—22. DOI: <https://doi.org/10.15407/pge2020.02.017>

5. M. Bilenko., I. Buratynskyi, I. Leshchenko, T. Nechaieva, S. Shulzhenko. Nonlinear Mathematical Model of Optimal Solar Photovoltaic Station Design. A. Zaporozhets and V. O. Artemchuk (eds.), Systems, Decision and Control in Energy II, Studies in Systems, Decision and Control 346, DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-69189-9>

6. Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS): вебсайт. URL: <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis> (дата звернення: 19.02.2021).