

Інтелектуальні методи керування систем накопичення електричної енергії**П. О. Зінькевич, В. Т. Романюк, В. В. Шпак***Національний університет харчових технологій*

Проблема скорочення викидів CO_2 , забезпечення надійності електропостачання та нормативних показників якості електричної енергії, зменшення споживання електричної енергії, є актуальною для споживачів, оскільки дозволяє підвищити ефективність використання генеруючих потужностей, зменшити витрати на оплату електричної енергії. Для забезпечення скорочення викидів CO_2 та споживання електричної енергії з мережі в системі електропостачання, повинні використовувати фотоелектричні станції (ФЕС) та системи накопичення електричної енергії (СНЄЕ) [1]. У сучасних умовах особливого значення набуває розроблення методів керування СНЄЕ. Керування електрозабезпеченням споживачів з використанням ФЕС та СНЄЕ є актуальним завданням, оскільки дає змогу забезпечувати енергоефективні режими електрозабезпечення, зменшити навантаження на електричну мережу і вартість електричної енергії, що споживається, забезпечити ефективне використання ФЕС та СНЄЕ [2].

Залежно від призначення технології СНЄЕ поділяються на короткочасні (секунди–хвилини), середньострокові (хвилини–години) та довгострокові (години–дні). Технології короткочасного накопичення енергії характеризуються високою питомою густиною потужності (МВт/м^3) і забезпечують покращення показників якості електроенергії під час перехідних процесів. Середньострокові системи призначені для підтримання балансу потужності (енергоменеджменту), регулювання частоти та управління перевантаженнями мережі. Довгострокові системи забезпечують інтеграцію ФЕС шляхом акумулювання надлишкової енергії та її подальшого використання в години пікового попиту. Аналізуючи технології СНЄЕ за призначенням і сферами застосування умовно їх можна поділити на дві групи: керування показниками якості електроенергії та управління потоками енергії. Застосування для керування показниками якості електроенергії передбачає регулювання напруги та регулювання частоти. Управління потоками енергії передбачає енергетичний арбітраж, вирівнювання навантаження, зниження пікових навантажень, чорний старт та резерв потужності [3].

У даному дослідженні розглянуто сучасні методи керування СНЄЕ, які інтегруються у електроенергетичні системи ФЕС. Для ефективного функціонування СНЄЕ застосовують різні методи керування, серед яких: Класичні методи керування (PID-регулятори), найбільш поширені завдяки простоті реалізації. Використовуються для підтримання напруги, струму або частоти на заданому рівні; Адаптивне керування. Застосовується на основі алгоритму керування СНЄЕ, що ґрунтується на оцінці її енергетичного стану з використанням прогнозних значень потужності генерації та навантаження.

Метою керування є ефективне використання енергії з ФЕС та споживання енергії з зовнішньої мережі [4]; Нечітке (Fuzzy Logic) керування. Базується на лінгвістичних правилах і дає змогу ефективно керувати СНЕЕ без необхідності точного математичного опису системи. Підходить для складних багатофакторних процесів — наприклад, одночасного регулювання потужності, напруги та стану заряду акумуляторів (State of Charge, SoC); Керування на основі прогнозування (інтелектуальні методи прогнозування). Застосовується для оптимізації зарядно-розрядних процесів у реальному часі з урахуванням прогнозу виробництва ФЕС та навантаження, попиту на електроенергію та ринкових цін. Інтелектуальні методи прогнозування дозволяють мінімізувати витрати на експлуатацію та продовжити термін служби накопичувачів [5]; Оптимізаційні методи (методи Лагранжа, динамічне програмування, штучні нейронні мережі). Використовуються для розподілу енергії між кількома СНЕЕ або для планування роботи системи в мікромережах. Такі методи забезпечують мінімізацію втрат, максимізацію прибутку від енергетичного арбітражу та підвищення ефективності інтеграції ФЕС.

СНЕЕ є невід'ємною складовою сучасних енергосистем із ФЕС. Ефективність їх роботи значною мірою залежить від обраного методу керування. Використання адаптивних, прогнозних і інтелектуальних підходів дозволяє підвищити стабільність енергопостачання, знизити втрати та забезпечити енергоефективний режим функціонування електроенергетичної системи.

Література

1. Baliuta S., Zinkevych P. (2022) Automated power supply control system for a food industry enterprise using a photovoltaic plant and energy storage, *Ukrainian Journal of Food Science*, 10(2), 184–199.

2. Зінкевич П. О., Балюта С. М. (2023) Системний аналіз та підходи до розробки автоматизованої системи електрозабезпечення цивільних об'єктів з фотоелектричними станціями та накопичувачами електроенергії, *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 29(4), 117–125.

3. Bhuiyan F. A., Yazdani A. (2012) Energy storage technologies for grid-connected and off-grid power system applications, *2012 IEEE Electrical Power and Energy Conference*, 303–310. URL : <https://doi.org/10.1109/epec.2012.6474970>.

4. Зінкевич П. О., Балюта С. М., Куєвда Ю. В. (2023). Алгоритм керування накопичувачем електроенергії в системі електрозабезпечення з активними споживачами, *Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами: матер. X Міжнар. наук.-техн. Internet-конф.*, 23–24.

5. Зінкевич П. О., Балюта С. М., Куєвда Ю. В. (2023). Моделювання системи керування накопичувачем електроенергії в системі електрозабезпечення з активними споживачами, *Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами: матер. X Міжнар. наук.-техн. Internet-конф.*, 25–26.