

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ РЕЖИМАМИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Сьогодні в Україні спостерігається стрімкий розвиток та впровадження відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), зокрема сонячних та вітрових електричних станцій. Разом із позитивними рисами, перш за все такими, як зменшення шкідливих викидів у атмосферу та залучення інвестицій у цей сектор енергетики, зростання частки ВДЕ в загальному балансі об'єднаної електроенергетичної системи (ОЕС) України створює ризики порушення балансової надійності енергосистеми, оскільки електростанції, що працюють на ВДЕ, мають негарантований, змінний графік генерування електричної енергії (ЕЕ) як впродовж доби, так і значні сезонні коливання обсягів виробництва.

Подальше зростання частки ВДЕ в балансі ОЕС України неможливе без збільшення обсягів первинного, вторинного регулювання частоти та потужності, а також резерву заміщення в енергосистемі.

Таким чином, сьогодні актуальною задачею є запровадження нових механізмів, які забезпечуватимуть стабільність роботи ОЕС України за умови подальшого розвитку ВДЕ. Одним з найбільш перспективних напрямків регулювання режимів споживання та графіку відпуску ЕЕ з ВДЕ, що набуває широкого розповсюдження в світі, є впровадження систем накопичення ЕЕ (СНЕ), або англійською "energy storage facilities". Крім того, СНЕ може працювати як джерело маневреної потужності, приймаючи надлишки генерованої потужності під час піків генерації, а також підвищувати стійкість паралельної роботи

Крім того впровадження СНЕ дає змогу вирішувати інші задачі, пов'язані із наданням допоміжних послуг з регулювання напруги, а також регулювання частоти в електроенергетичній системі, що стають все більш нагальними у зв'язку із впровадженням нового ринку ЕЕ в Україні, створення віртуальних електростанцій та функціонування роздрібного ринку ЕЕ [1,2].

Основною перешкодою до масштабного впровадження СНЕ в електроенергетичних системах була висока вартість таких систем. Проте як показує дослідження **BloombergNEF** [3] останнє десятиріччя спостерігається стійка тенденція до зниження їхньої вартості (у формі літій-іонних батарей). Так з 2010 по 2018 рік ціна на СНЕ зменшилася з 1160 до 176 \$ США за 1 кВт* год. А до 2030 року прогнозується падіння ціни до 62 \$ США на окремі види СНЕ (у формі літій-іонних батарей).

Хоча, для дійсно великих проектів вартість залишається понад \$ 300 за кВт-год потужностей, зокрема відповідно до аналізу Lazard.. А отже, необхідний досить вагомий механізм для повернення інвестицій у таких СНЕ [4].

Відповідно до своїх технічних можливостей і місць підключення сформовані основні моделі застосування СНЕ в енергосистемі, які представлені в таблиці 1. Але використання СНЕ потребує підтримки на законодавчому рівні, особливо в умовах дії ринкових відносин в електроенергетичній галузі. За останні роки в нашій державі було прийнято ряд законодавчих ініціатив внесені зміни щодо вирішення проблеми належного фінансування проектів зі СНЕ.

За допомогою законодавчих змін було запроваджено ряд понять, визначено обов'язки і функції для суб'єктів ринку електричної енергії в умовах інтеграції СНЕ, а саме:

- вводяться нові терміни: система накопичення енергії, оператор системи накопичення енергії та повністю інтегровані елементи мережі;
- створюється новий учасник на ринку електричної енергії - оператор системи накопичення енергії та визначаються його права та обов'язки;
- врегульовується питання ліцензування діяльності з накопичення енергії;
- врегульовується питання можливості використання системи накопичення енергії споживачами, а також виробниками електричної енергії, зокрема, виробниками електричної енергії з відновлювальних джерел енергії;

- встановлюється загальна заборона для оператора системи передачі та операторів систем розподілу провадити діяльність з накопичення енергії.

Таблиця 1. Моделі застосування накопичувачів в енергосистемі

Типи накопичувачів	Можливості
Системні накопичувачі	<ul style="list-style-type: none"> • участь у первинному та вторинному регулюванні частоти; • згладжування піків та регулювання завантаження перерізів магістральних ЛЕП; • впливати на режими роботи мереж (брати участь у забезпеченні статичної та динамічної стійкості); • можуть забезпечити режим додаткового обсягу вироблення ВДЕ та вирішити проблеми з якістю електроенергії, що видається в мережу.
Накопичувачі, встановлені у розподільчих мережах	<ul style="list-style-type: none"> • забезпечення розвантаження центрів живлення розподільчих мереж; • забезпечення додаткової надійності у режимі джерела безперебійного живлення (ДБЖ) у разі відключення елементів мереж високої напруги, а також при короткострокових перериваннях електропостачання.
Накопичувачі, що знаходяться безпосередньо у споживача	<ul style="list-style-type: none"> • забезпечення безперебійності, безпосередньо у споживача при аваріях в мережі; • забезпечення якості електроенергії для живлення обладнання споживача в залежності від його чутливості до безперервності технологічних процесів; • забезпечення додаткової пікової потужності без потреби звернення за технологічним приєднанням до мережевої організації; • за наявності ВДЕ або іншого виду розподіленої генерації, дозволяє мінімізувати перетікання у зовнішню мережу та оптимізувати режими роботи власної генерації.

Враховуючи наявність можливостей впровадження СНЕ на нормативному рівні та ефективні практики інтеграції СНЕ у структурі ВДЕ до енергосистеми з підвищенням економічних та технічних показників, забезпечення надійності систем електропостачання та умов для здійснення управління режимами електроенергетичних систем.

Також не менш важливою перевагою комбінованого використання СНЕ з суб'єктом ВДЕ, свідчать нормативні положення в постанові НКРЕКП "Про затвердження Ліцензійних умов провадження господарської діяльності зі зберігання енергії", яку було прийнято 22 липня 2022 року, де зазначено, що встановлення СНЕ виробниками електроенергії, яким надано "зелений" тариф, не є підставою для перегляду наданого "зеленого" тарифу, та з'являється можливість не отримувати ліцензію на провадження господарської діяльності з накопичення енергії, вироблених на власних установках, якщо виконуються наступні умови:

- потужність, з якою здійснюється відпуск електроенергії, не перевищує встановлену потужність електроустановок такого виробника відповідно до ліцензії на провадження господарської діяльності;
- наявний окремий комерційний облік електроенергії, перетікання якої здійснено до та з СНЕ, з відповідною фіксацією даних, згідно з Кодексом комерційного обліку [5].

При цьому виникає ряд наукових та практичних завдань, вирішення яких дозволить ефективно дослідити інтеграцію СНЕ в електричних мережах України з огляду на різні можливості їхнього застосування.

Список використаних джерел

1. Кириленко, О. , Блінов, І. , Парус, Є. і Трач, І. . Оцінка ефективності використання систем накопичення електроенергії в електричних мережах . *Технічна електродинаміка*. 4 (Чер 2021), 044. DOI:<https://doi.org/10.15407/techned2021.04.044>.
2. Парус, Є. , І. . Блінов, і Д. . Олефір. Оцінка економічного ефекту від надання системами накопичення електричної енергії послуги балансування в ОЕС України. *Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України*, вип. 60, Грудень 2021, с. 028, doi:10.15407/publishing2021.60.028.
3. A Behind the Scenes Take on Lithium-ion Battery Prices [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://about.bnef.com>
4. Системи накопичення енергії (energy storages): перспективи для України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://getmarket.com.ua/>
5. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг. НКРЕКП. Режим доступу: <https://www.nerc.gov.ua>