

## ВВЕДЕННЯ ДЖЕРЕЛ НАКОПИЧЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У РОЗПОДІЛЬНІ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ

**Буряк А. Р., аспірантка, Кирик В. В., д.т.н., професор**

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних мереж та систем*

**Вступ.** Важливим питанням в напрямку підвищення надійності електропостачання в розподільних мережах ОЕС України, особливо зважаючи на віялові відключення, є інтегрування розподіленої системи накопичення енергії (РСНЕ) з мережевими інверторами. В цьому контексті актуальним питанням функціонування розподільних мереж є їх модернізація з метою підвищення ефективності та надійності електропостачання.

Енергетичний сектор України постійно зазнає змін шляхом інтегрування технології розумних електромереж з метою підвищення якості електропостачання. Дана технологія також включає накопичувачі енергії та мережеві інвертори, які сприяють збільшенню гнучкості та стійкості мережі. Як і багато інших країн, Україна працює над зменшенням своєї залежності від викопного палива та переходом на чистіші джерела енергії. РСНЕ забезпечують засоби накопичення надлишку відновлюваної енергії для використання в періоди високого попиту або низького виробництва.

**Мета роботи** – обґрунтування введення розподілених систем накопичення енергії з мережевими інверторами.

**Матеріали та результати досліджень.** Інтегрування накопичувачів енергії в електричну мережу забезпечує кілька переваг [1]:

- зниження пікового навантаження;
- забезпечення регулювання частоти;
- підтримка напруги та покращення якості електроенергії;
- підвищення відмовостійкості мережі;
- вирівнювання графіку генерування відновлюваних джерел енергії.

На теперішній час відомо про досвід кількох країн, які активно використовували РСНЕ з мережевими інверторами для вдосконалення своїх енергетичних систем, інтеграції відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) та підвищення надійності функціонування мережі [2]. Інформація про деякі з них представлена в табл. 1.

Системи зберігання енергії в конфігурації з ВДЕ використовують електричні приводи для управління процесами зарядки та розрядки. Електроприводи складаються з електродвигунів, силової електроніки та систем управління. Вони забезпечують точний контроль над перетворенням енергії та полегшують двосторонній потік енергії між системою зберігання енергії та електричною мережею [3].

Електродвигуни – асинхронні двигуни або синхронні двигуни з постійним магнітом, використовуються в системах зберігання енергії для приводу процесу зарядки або розрядки. Вони перетворюють електричну енергію в механічну під час зарядки і навпаки під час розряду.

Таблиця 1 – Досвід застосування РСНЕ у різних країнах світу

Країна	Застосування
Німеччина	Німеччина є однією із перших у впровадженні відновлюваної енергії та модернізації мережі. Завдяки амбітній політиці Energiewende (енергетичного переходу) країна інвестувала в децентралізовані енергетичні системи, включаючи РСНЕ з мережевими інверторами. Ці системи допомагають керувати інтеграцією змінних відновлюваних джерел енергії, таких як вітер і сонце, в мережу, одночасно підвищуючи стабільність мережі.
США	США мають різноманітний енергетичний ландшафт, де різні штати впроваджують РСНЕ та мережеві інвертори для підвищення енергетичної стійкості та зменшення викидів парникових газів. Такі штати, як: Каліфорнія, Гаваї та Нью-Йорк, були в авангарді впровадження цих технологій для підтримки своїх цілей щодо використання відновлюваної енергії та підвищення надійності мережі.
Австралія	Враховуючи багаті сонячні ресурси, в Австралії має місце значне впровадження розподілених енергетичних систем. Домашні акумулятори, часто в поєднанні з сонячними панелями, стають все більш поширеними в житлових приміщеннях. Ці системи використовують мережеві інвертори для керування потоком енергії між мережею, будинком і акумулятором.
Японія	Після аварії на Фукусімі в 2011 році Японія зосередилася на диверсифікації свого енергетичного балансу та підвищенні енергетичної самодостатності. Країна інвестувала в системи накопичення енергії, включаючи РСНЕ з мережевими інверторами, щоб забезпечити зростання потужностей відновлюваної енергії та підвищити стійкість мережі.

Силова електроніка – компоненти такі як інвертори або перетворювачі, використовуються для перетворення між потужністю змінного та постійного струму, контролю потоку енергії та регулювання напруги та частоти, як того вимагає мережа або система зберігання енергії.

Системи управління – складні системи управління моніторингу параметрів мережі, стану зберігання енергії та вимог до попиту. Вони координують роботу системи зберігання енергії та електроприводів, оптимізуючи їх продуктивність, реагуючи на сигнали мережі та керуючи потоками енергії.

Конкретна реалізація та вибір технологій накопичення енергії та компонентів приводу залежить від різних факторів, включаючи: системні вимоги, характеристики мережі та міркування щодо вартості. Різні типи технологій зберігання енергії, такі як батареї, суперконденсатори або маховики, можуть бути обрані на основі їхніх характеристик продуктивності, енергетичної ємності, часу відгуку та економічної ефективності. Так само вибір електроприводів залежатиме від таких факторів, як номінальна потужність, можливості керування та ефективність.

**Висновок.** Розподілена система накопичення енергії з мережевими інверторами – це технічне рішення, яке використовується в електричних мережах в багатьох країнах світу, хоча його поширеність різна. Важливо зазначити, що енергетичний ландшафт різних країн та України, в тому числі, є динамічним та постійно прагне до покращення якості. Україна на ряду з іншими країнами повинна

використовувати можливості інтеграції систем накопичення енергії РСНЕ із мережевими інверторами для покращення своєї енергетичної інфраструктури, що особливо сприяє використанню відновлюваних джерел енергії та підвищенню стабільності мережі.

#### Перелік посилань

1. Nikam V., Kalkhambkar V. A review on control strategies for microgrids with distributed energy resources, energy storage systems, and electric vehicles. *International Transactions on Electrical Energy Systems*. 2020. URL: <https://doi.org/10.1002/2050-7038.12607> (date of access: 03.10.2023).

2. A Control and Protection Model for the Distributed Generation and Energy Storage Systems in Microgrids / M. S. Ballal et al. *Journal of Power Electronics*. 2016. Vol. 16, no. 2. P. 748–759. URL: <https://doi.org/10.6113/jpe.2016.16.2.748> (date of access: 03.10.2023).

3. Xu S., Xue Y., Chang L. Review of Power System Support Functions for Inverter-Based Distributed Energy Resources- Standards, Control Algorithms, and Trends. *IEEE Open Journal of Power Electronics*. 2021. Vol. 2. P. 88–105. URL: <https://doi.org/10.1109/ojpe.2021.3056627> (date of access: 03.10.2023).

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ПОВІТРЯНОЇ ЛІНІЇ «ХАЕС – ЖЕШУВ»

**Петрович А. С., магістрант**

*КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних мереж та систем*

**Вступ.** Україна з Польщею відкривають «енергетичний міст», що дозволить ОЕС України під'єднатися до енергооб'єднання ENTSO-E. Проект лінії складає з лінії електропередавання 400 кВ, що з'єднує Хмельницьку АЕС з Жешувом, яка знаходиться в південно-східній частині Польщі, а також лінію що буде з'єднувати Рівненську АЕС з Хелмом, що може дати змогу торгувати електроенергією між країнами. На даний момент вже введена в експлуатацію ПЛ «ХАЕС – Жешув», і вона була реконструйована і працює під напругою 400 кВ, хоча раніше працювала в напрузі 750 кВ, однак через сучасні екологічні та технічні стандарти вона не могла бути відновленою під такою самою напругою. Оскільки дана лінія використовувалася як лінія надвисокої номінальної напруги, то вона звісно буде особливою своїм сильним електромагнітним полем.

**Мета.** Завданням даної роботи являється дослідження електромагнітного поля, а також порівняння його впливу на здоров'я людини до реконструкції, напругою 750 кВ, і після, напругою 400 кВ.