

# ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В РОЗПОДІЛЬЧИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Інститут відновлюваної енергетики НАН України

## Анотація

*В роботі оцінено фактор, втрат потужності в електричних системах від відновлювальних джерел, які знижують їх енергоефективність.*

*Запропонований метод структуризації втрат електроенергії, що спричинені перетоками потужності в електричних мережах, які появляються в них від зеленого генерування, дадуть змогу збільшити ефективність використання ВДЕ у балансуванні режимів*

**Ключові слова.** фотоелектричні станції, розподільчі електричні мережі, втрати потужності.

## Abstract

*The paper evaluates the factor that loses power in electrical systems from renewable sources, which reduces their energy efficiency.*

*The proposed method of structuring electricity losses caused by power flows in electric networks, which appear in them from green generation, will make it possible to increase the efficiency of the use of RES in mode balancing*

**Keywords.** photovoltaic stations, distribution networks, power losses.

## Вступ

У зв'язку з ростом частки відновлюваних джерел в об'єднаній енергосистемі України, постали питання ефективної експлуатації відновлюваних джерел електроенергії (ВДЕ). Тому, актуальним постає питання підвищення енергоефективності таких джерел в умовах сталого ринку електроенергії, де власники електростанцій змушені працювати по заздалегідь декларованих графіках генерування.

Підключення ВДЕ в розподільчі електричні мережі (РЕМ) перетворює пасивну розподільну мережу з одностороннім живленням на активну мережу з подвійним живленням.

Поява ВДЕ в розподільних електричних мережах спричиняють:

- зміну втрат;
- появу перехідних процесів при комутаціях;
- збільшення струмів короткого замикання;
- вплив на якість і надійність електропостачання.

Різноманітність відновлюваних джерел є найважливішою характеристикою, яка визначає їх роботу з точки зору невизначеності в прогнозуванні, тобто можливе припинення видавання ними активної потужності в мережу при недостатній швидкості вітру чи сонячній радіації.

Постановка задачі. Оскільки ВДЕ інтегровані в переважній більшості в РЕМ, хоча їх експлуатація має вплив на електричну систему в цілому, то актуальним постає задача підвищення енергоефективності їх в балансі та визначення втрат спричинених ними, а особливо це стосується вітрових та фотоелектричних станцій, що працюють за нерівномірними графіками.

## Результати досліджень

Вплив генерації (ВДЕ) на РЕМ можна зменшити за рахунок прогнозування генерації та врахування втрат що спричинені ними, таким чином система стає гнучкою з точки зору виробництва енергії, управління попитом мережі (профіцит мережі та дефіцитом) та резервів.

Зміни у споживанні та виробництві відновлюваних джерел енергії синхронізовані з виробництвом традиційних джерел, тому що виробництво завжди повинно покривати попит плюс втрати, включаючи

зміни у виробництві змінних джерел. Це збалансоване виробництво є «гарячим резервом», який забезпечує стабільність системи.

Хороший процес прогнозування важливий для забезпечення достатньої резервної потужності. Через неможливість диспетчерського керування розподілені джерела вважаються виробниками енергії, які не сприяють функціям регулювання напруги та частоти електроенергетичної системи.

Включення відновлюваних (змінних) джерел енергії призводить до того, що кількість потужність звичайних джерел може бути зменшена або залишитися незмінною. Що ускладнює балансування електричних мереж.

Можливий спосіб підключення електростанції до розподільної мережі визначається детальним техніко-економічним аналізом для визначення оптимального рішення з точки зору витрат на підключення та впливу виробничих потужностей на систему розподілу.

Визначення умов приєднання до розподільчої мережі забезпечує надійність ЕЕС та уникає неприпустимих шкідливих впливів між ними.

Втрати мережі збільшуються, коли розподілена генерація значно перевищує величину навантаження, тоді.

Відновлювані джерела енергії, зокрема вітрові і фотоелектричні станції, для передачі виробленої електроенергії споживачам, як правило, використовують електричні мережі загального призначення. Тому важливо знати як вони впливають на техніко-економічні параметри електричних мереж. Це стосується рівнів напруги, завантаження і пропускної спроможності ліній електропередачі (ЛЕП) і трансформаторів, струмів короткого замикання і відповідності їх значенням комутаційних апаратів. Окремим завданням є визначення втрат потужності та електроенергії в електричних мережах енергосистеми, які впливають на економічність мереж та ВДЕ, а також на баланс потужності та електроенергії в енергосистемі.

Проблема полягає в тому, що втрати в електричних мережах нелінійно залежать від навантаження і генерування у вузлах схеми.

Підключення до системи великої кількості нових розподілених джерел, зокрема вітрових електростанцій, значно збільшує потребу в додаткових системних послугах. До таких послуг можна віднести визначення втрат потужності від перетоків потужності, спричинених новими джерелами зеленої генерації.

## Висновки

Визначення втрат потужності та електроенергії в електричних мережах та окремих її вітках, які викликані окремими (ВДЕ) та їх групами, дає можливість оцінювати і враховувати вплив ВДЕ на баланс електроенергії. В основу методу покладено математичну модель електричної мережі для визначення втрат, в якій використовуються коефіцієнти розподілу струмів у вітках схеми від вузлів та поточні значення напруг вузлів схеми, що дозволяє отримати матрицю коефіцієнтів розподілу втрат потужності у вітках схеми в залежності від потужності ВДЕ у вузлах. Значення втрат електроенергії в електричних мережах, викликаних ВДЕ, можуть використовуватися під час оперативного планування балансу.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кудря С. О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії / С. О. Кудря – Підручник. – Київ: Національний технічний університет України («КПІ»), 2012.–495с.
2. Лежнюк П. Д., Комар В. О., Добровольська Л. Н., Повстянко К. О. Відносне оцінювання засобів балансування режимів електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами енергії // Вісник ВПІ. – № 3. – 2022. – С. 24–30.
3. Лежнюк П.Д., Комар В.О., Кравчук С.В., Лесько В.О., Нетребський В.В. Балансова надійність електричної мережі з фотоелектричними станціями: // Монографія – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 136 с.
4. Mikulec A, Mikuličić V, Influence of Renewable Energy Sources on Distribution Network Availability//International Journal of Electrical and Computer Engineering Systems Volume 2, Number 1, 2011 – 48 p.

**Лежнюк Петро Дем'янович** — д-р техн. наук, професор, професор кафедри електричних станцій та систем, Вінниця e-mail: lezhpd@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0338-2131>

**Лусий Владислав Михайлович** — аспірант, інституту відновлювальної енергетики НАН України e-mail: 2e.14b.vlad.lysyi@gmail.com

**Lezhniuk Petro D.** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Chair of Power Plants and Systems, e-mail: lezhpd@gmail.com ; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0338-2131>

**Lysyi Vladyslav M.** — graduate student, e-mail: 2e.14b.vlad.lysyi@gmail.com