

# АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ВТАРТИ В ЕЛЕКТРОМЕРЕЖАХ НА ПРИКЛАДІ МАЛИХ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*В роботі проведено аналіз впливу відновлюваних джерел енергії на втрати потужності в розподільних електричних мережах. Розглянуто вплив малих гідроелектростанцій на роботу електричних мереж та їх участь у покритті графіків навантаження. Показано, що у випадку співмірного генерування та споживання в мережі, відновлювані джерела можуть підвищити якість електропостачання. В той же час, надлишкова потужність ВДЕ може негативно вплинути на режими розподільних мереж і призвести до збільшення втрат і погіршення якості електроенергії.*

**Ключові слова:** електрична мережа, гідроелектростанція, відновлювані джерела енергії, графік навантаження.

## *Abstract*

*The paper analyzes the impact of renewable energy sources on power losses in distribution networks. The impact of small hydroelectric power plants on the operation of electrical networks and their participation in the coverage of new-generation schedules is considered. It is shown that in case of proportional generation and consumption in the network, renewable sources can increase the quality of electricity supply. At the same time, the excess power of RES can negatively affect the modes of distribution networks and lead to increased losses and deterioration of the quality of electricity.*

**Keywords:** electric grid, hydroelectric power plant, renewable energy sources, load schedule

## **Вступ**

Гідроенергетика є одним з найбільш екологічно чистих напрямків енергетичної галузі, який ефективно використовують в багатьох країнах світу. В Україні гідроенергетика відіграє важливу роль у забезпеченні стійкості об'єднаної енергосистеми та у регулюванні графіків навантажень в години максимумів та мінімумів споживання [1].

Малі ГЕС є одними з найбільш освоєних з відновлювальних джерел енергії (ВДЕ), дозволяють використовувати значний гідроенергетичний потенціал малих річок і приток [2, 3]. Вони будуються на існуючих водоймах, магістральних каналах, а також під час реконструкцій об'єктів малої гідроенергетики, що виконують функцію із захисту прилеглих територій від повеней.

У міру зростання генерувальної потужності від ВДЕ постала задача дослідження впливу таких джерел на функціонування електричних мереж, оскільки виникали випадки погіршення режимів роботи останніх.

Метою роботи є аналіз розвитку малих гідроелектростанцій в Україні та їх участі у покритті графіків навантаження електромережі.

## **Результати дослідження**

Проектування та будівництво ГЕС є доцільним з екологічної та з економічної точки зору. Ефективність розбудови малих ГЕС визначається їх мінімальним впливом на навколишнє середовище, а також невеликими капіталовкладеннями й термінами будівництва. Однак важливим аспектом розвитку ВДЕ є надійність, безпека та ефективність функціонування електричних мереж, зокрема розподільних, адже переважна більшість ВДЕ експлуатуються саме в розподільних ЕМ.

Підключення нового ВДЕ змінює характеристики мережі, і в деяких випадках вони можуть погіршуватись. Наприклад, можуть змінитись частотні характеристики системи, погіршитись показники якості напруги. Для підвищення техніко-економічної ефективності сумісної експлуатації ВДЕ і роз-

подільних електричних мереж необхідно розв'язати такі основні завдання, що дозволять збільшити виробництво електроенергії відновлюваних джерел, зменшити втрати електроенергії в розподільних електромережах, покращити якість і надійність електропостачання споживачів [4].

У роботі проведено аналіз впливу МГЕС на режими роботи розподільних електричних мереж 10 кВ. Дослідження виконувались на прикладі схеми електричної мережі 35/110 кВ АТ «Вінницяобленерго» за допомогою програмного комплексу розрахунку втрат потужності і електроенергії в розподільних електричних мережах «Втрати-high», розробленого на кафедрі електричних станцій та систем ВНТУ.

На рис. 1 наведено результати розрахунків втрат в електричній мережі за різних значень потужностей генерування ГЕС в різних режимах навантажень (середніх, максимальних і мінімальних).

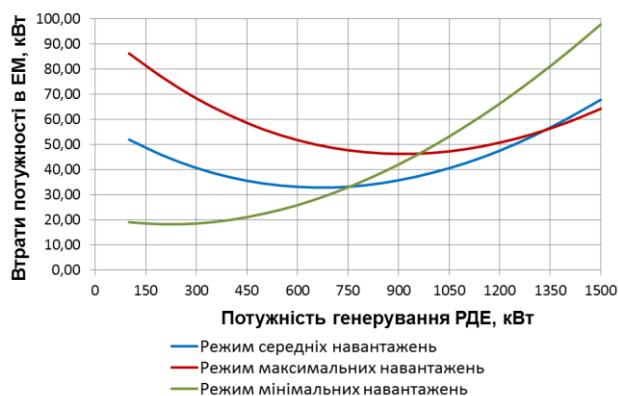


Рис. 1. Залежність втрат в електричних мережах 10 кВ від потужності генерування ГЕС

З аналізу результатів розрахунків видно, що в деяких режимах генерування ГЕС погіршує режим роботи мережі. Наприклад, в режимі мінімальних навантажень надлишкове генерування ГЕС призводить до збільшення втрат в мережі.

## Висновки

Широке впровадження відновлюваних джерел енергії, в тому числі і малих ГЕС, може призвести, в деяких випадках, до погіршення режимів роботи розподільних електричних мереж. Тому необхідно проводити оцінювання впливу ВДЕ на ефективність електропостачання ще на стадії проектування об'єктів енергетики.

Для підвищення техніко-економічної ефективності сумісної експлуатації ВДЕ і розподільних електричних мереж необхідно розв'язати такі основні завдання, що дозволять збільшити виробництво електроенергії відновлюваних джерел, зменшити втрати електроенергії в розподільних електромережах, покращити якість і надійність електропостачання споживачів. Перспективним напрямком в удосконаленні роботи електромереж з ВДЕ є використання установок накопичення енергії в електромережах.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Халатов А. А. Енергетика України: сучасний стан і найближчі перспективи / А.А. Халатов // Вісник Національної академії наук України. – 2016. – № 6. С. 53-61.
2. URL: <https://ukurier.gov.ua/uk/articles/mala-gidroenergetika-potuzhniy-potencial-ukrayini/5>
3. Блінов І. В. Модель оптимального використання ресурсів гідроелектростанцій на ринку електричної енергії / І. В.Блінов, Д. О. Олефір, Є.В. Парус // Техн. електродинаміка. – 2022. № 4. – С. 42-47.
4. Business case in support for reactive power services from distributed energy storage / R. Moreira, G. Strbac, P. Papadopoulos, A. Laguna // *CIREC-Open Access Proceedings Journal*, vol. 2017, no. 1, pp. 1609-1613, Oct. 2017.

**Омельченко Юрій Олександрович** – студент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Зарубін Олексій Олексійович** – студент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Тептя Віра Володимирівна** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: teptyavira@gmail.com

**Yuriy O. Omelchenko** – student, Vinnitsa National Technical University, student of the department of electric power stations and systems; Vinnytsia

**Oleksiy O. Zarubin** – student, Vinnitsa National Technical University, student of the department of electric power stations and systems; Vinnytsia

**Vira V. Teptia** – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor of the department of electric power stations and systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: teptyavira@gmail.com