

# ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ РОЗОСЕРЕДЖЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*Ця робота досліджує потенціал розподіленої генерації електроенергії (РГ) для підвищення надійності та економічної ефективності систем електропостачання.*

**Ключові слова:** розосереджена генерація електроенергії, надійність електропостачання, джерела розосередженої генерації, економічна доцільність.

## *Abstract*

*This thesis explores the potential of Distributed Power Generation (DPG) to improve the reliability and cost-effectiveness of the power supply system.*

**Keywords:** Distributed generation of electricity, Reliability of electricity supply, Sources of distributed generation, economic feasibility

## Вступ

Надійність систем електропостачання є критично важливим аспектом сучасного суспільства, оскільки будь-яка перерва може призвести до значних економічних втрат. Традиційні методи виробництва електроенергії часто покладаються на централізовану інфраструктуру, яка може бути вразливою до збоїв через стихійні лиха, несправності обладнання або навіть навмисні атаки. Розподілена генерація електроенергії (РГ), з іншого боку, передбачає виробництво електроенергії в декількох точках мережі, що зменшує ризик виникнення єдиної точки відмови. У цій тезі буде досліджено, як розосереджена генерація може підвищити надійність електропостачання та обговорено її економічну доцільність.

## Результати дослідження

### Підвищення надійності за рахунок розподіленої генерації електроенергії

Розподілена генерація електроенергії може значно підвищити надійність електропостачання за рахунок декількох механізмів. По-перше, виробляючи енергію в декількох місцях, РГ зменшує ризик виникнення єдиної точки відмови. Якщо одна електростанція виходить з ладу, інші станції можуть продовжувати постачати електроенергію, підтримуючи безперервність енергопостачання. Це особливо важливо в регіонах з високим ризиком стихійних лих або відмов обладнання [1].

Розосереджена генерація може підвищити стійкість енергосистеми. Розподіляючи навантаження з виробництва електроенергії, РГ може запобігти перевантаженню будь-якої окремої електростанції, що може призвести до виходу з ладу обладнання або відключення електроенергії. Це може бути особливо корисно в регіонах з високим попитом на електроенергію, наприклад, у години пік [1].

Нарешті, РГ також може підвищити гнучкість енергосистеми. Дозволяючи виробляти електроенергію в різний час і в різних кількостях, розосереджена генерація може краще узгоджувати пропозицію з попитом, зменшуючи потребу в зберіганні та передачі енергії і роблячи енергосистему більш ефективною [1].

### Економічна доцільність розосередженого виробництва електроенергії

Економічну доцільність РГ можна оцінити за кількома факторами. По-перше, витрати на розподілену генерацію можуть бути нижчими, ніж на традиційні методи виробництва електроенергії. Це пов'язано з тим, що розосереджена генерація часто передбачає використання менших, ефективніших електростанцій, які можуть бути більш рентабельними, ніж великі, менш ефективні електростанції. Крім того, РГ може зменшити потребу в зберіганні та передачі енергії, що також може знизити витрати [2].

По-друге, крім економії витрат, використання РГ може призвести до економічної вигоди. Підвищуючи надійність електропостачання, РГ може зменшити ризики, пов'язані з перебоями в електропостачанні, що може призвести до економічних вигоди у вигляді підвищення продуктивності та

зниження витрат для підприємств і споживачів. Крім того, розосереджена генерація може призвести до екологічних переваг, таких як скорочення викидів парникових газів, що може мати економічні вигоди у вигляді зниження витрат на охорону навколишнього середовища [2].

Отже, розподілене виробництво електроенергії може значно підвищити надійність енергопостачання та є економічно доцільним. Виробляючи електроенергію в декількох місцях, розосереджена генерація може зменшити ризик відключень електроенергії, підвищити стійкість енергосистеми та її гнучкість. Крім того, витрати на РГ можуть бути нижчими, ніж на традиційні методи виробництва електроенергії, і це може призвести до значної економічної вигоди.

Значення активних навантажень промислового підприємства протягом доби наведені в табл. 6.1. Вибрати потужність ВДЕ, яка забезпечить найбільший економічний ефект з урахування її змінного графіка генерування.

**Приклад обґрунтування економічної доцільності застосування ФЕС на промисловому підприємстві.**

Графік навантаження підприємства наведено в таблиці. Вартість ФЕС 30 млн. грн./МВт. Підприємство оплачує електроенергію по ціні  $m_0=6,0$  грн/кВт·год. Період максимальних навантажень енергосистеми з 8.00 до 12.00 та з 18.00 до 22.00 годин. Період нічного провалу навантажень енергосистеми з 24.00 до 6.00. Тарифні коефіцієнти: 2,0; 1,0; 0,5. Число робочих днів на підприємстві – 250. Протягом всіх робочих днів підприємство працює за однаковим графіком навантаження, а у вихідні дні не працює.

Таблиця

Період доби, год	0–8	8–10	10–12	12–14	14–16	16–18	18–24	Потужність, кВт
Навантаження, %	30	90	100	70	90	70	50	1000
Генерування, %	0	30	60	90	60	30	0	

Оплата за активну електроенергію без ВДЕ

$П1=[0,3 \cdot 8 \cdot 0,5 + 0,9 \cdot 2 \cdot 2 + 1 \cdot 2 \cdot 2 + 0,7 \cdot 2 \cdot 1 + 0,9 \cdot 2 \cdot 1 + 0,7 \cdot 2 \cdot 1 + 0,5 \cdot 4 \cdot 2 + 0,5 \cdot 2 \cdot 1] \cdot 6 \cdot 250 \cdot 1000 = 27,6$  млн. грн.

Оплата за активну електроенергію з ВДЕ 1000 кВт

$П2=[0,3 \cdot 8 \cdot 0,5 + 0,6 \cdot 2 \cdot 2 + 0,4 \cdot 2 \cdot 2 + 0,2 \cdot 2 \cdot 1 + 0,3 \cdot 2 \cdot 1 + 0,4 \cdot 2 \cdot 1 + 0,5 \cdot 4 \cdot 2 + 0,5 \cdot 2 \cdot 1] \cdot 6 \cdot 250 \cdot 1000 = 17,4$  млн. грн.

Інтегральний економічний ефект за 5 років (за ставки дисконтування 20 % коефіцієнт приведення поточних річних витрат до початкових капіталовкладень становить 2,99)

$ІЕЕ = (27,6 - 17,4) \cdot 2,99 - 30 = 0,5$  млн. грн.

Отже, за 5 років витрати на встановлення ФЕС окупляться.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Distributed power generation and power supply reliability improvement URL: <http://surl.li/nqynp>
2. Distributed generation as a mechanism to improve the reliability and economic efficiency of electricity systems URL: <http://surl.li/nqyog>

**Коцур Володимир Олександрович** – студент групи ЕСЕ-22М, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [kozur65@gmail.com](mailto:kozur65@gmail.com)

**Науковий керівник: Бурбело Михайло Йосипович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [burbelo.vk.vntu.edu.ua](mailto:burbelo.vk.vntu.edu.ua)

**Volodymyr O. Kotsur** – student of the ESE-22M group, Faculty of Electrical Engineering and of electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [kozur65@gmail.com](mailto:kozur65@gmail.com).

Scientific supervisor: **Mykhailo Y. Burbelo** - Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Electrical Power Systems and Energy Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [burbelo.vk.vntu.edu.ua](mailto:burbelo.vk.vntu.edu.ua)