

В. Ю. Самойлов
Д. О. Джумський
С. І. Степанюк
В. Ю. Лобода

ІНТЕГРАЦІЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МІСЬКИХ МЕРЕЖ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Дослідження присвячене аналізу процесів інтеграції відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в системи електропостачання міських мереж. Окреслено ключові екологічні переваги переходу на ВДЕ, а також їхній вплив на стале міське середовище. Розглянуто основні технічні виклики, зокрема питання стабільності електропостачання, потребу в модернізації інфраструктури та застосування систем зберігання енергії. Особливу увагу приділено соціально-економічним аспектам переходу на ВДЕ, таким як створення нових робочих місць і покращення якості життя населення в умовах зменшення забруднення. Підсумовується, що інтеграція ВДЕ є стратегічно важливою для забезпечення стійкості міських електромереж.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії, міські електромережі, стабільність енергопостачання, зберігання енергії, енергетична ефективність.

Abstract.

Research on the special analysis of the processes of integration of renewable energy sources (RES) into the power supply systems of urban networks. The key environmental benefits of the transition to RES are outlined, as well as their impact on a sustainable urban environment. The main technical challenges are considered, in particular the issue of electricity supply stability, the need for infrastructure modernization and the application of energy storage systems. Special attention is paid to the socio-economic aspects of the transition to RES, such as the creation of new jobs and the improvement of the quality of life of the population in terms of reducing pollution. It is concluded that the integration of RES is strategically important for ensuring the sustainability of urban power grids.

Keywords: renewable energy sources, urban power grids, energy supply stability, energy storage, energy efficiency.

Вступ

Розширення використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова та гідроенергія, є невід'ємною частиною глобальної стратегії декарбонізації економіки. Сучасні міські енергосистеми потребують адаптації до зростаючого попиту на екологічно чисті енергоресурси. Використання ВДЕ у міських мережах сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля та залежності від викопних енергоресурсів, проте вимагає суттєвих технічних і фінансових зусиль для забезпечення їхньої ефективної інтеграції.

Основна частина

Інтеграція відновлюваних джерел енергії сприяє суттєвому покращенню екологічного стану міських територій. ВДЕ, такі як сонячна та вітрова енергія, майже не продукують викидів парникових газів під час генерації, що є особливо актуальним в умовах глобального потепління. Зменшення викидів CO₂ не тільки допомагає боротися зі змінами клімату, але й позитивно впливає на якість повітря в густонаселених міських районах, знижуючи ризики для здоров'я населення. Зменшення залежності від викопного палива також веде до зниження шумового та теплового забруднення, яке є поширеним наслідком роботи традиційних електростанцій. Інтеграція відновлюваних джерел енергії в міські мережі супроводжується низкою технічних викликів, які потребують сучасних підходів для ефективного їх вирішення.

Відновлювані джерела енергії, зокрема сонячна та вітрова енергетика, мають обмежену прогнозованість, оскільки їхня генерація залежить від зовнішніх погодних умов. Наприклад, у похмурі або безвітряні дні рівень генерації суттєво знижується, що може призводити до дефіциту

електроенергії в міських мережах. Для подолання цієї проблеми використовуються методи прогнозування споживання енергії та розвиток гнучких енергетичних систем, що дозволяють реагувати на зміни у виробництві та споживанні енергії. З огляду на нестабільність генерації ВДЕ, важливим аспектом є впровадження сучасних систем зберігання енергії. Такі системи, як акумуляторні батареї, дозволяють накопичувати надлишкову енергію, згенеровану під час пікової активності ВДЕ, та використовувати її у моменти підвищеного попиту або низької генерації. Це забезпечує стабільне енергопостачання і сприяє підвищенню надійності міських мереж. Інші можливі варіанти, такі як гідроакумулявальні станції або водневі накопичувачі, також набувають популярності, проте потребують значних капіталовкладень та спеціалізованої інфраструктури. Існуючі міські електромережі часто не пристосовані до інтеграції децентралізованих джерел енергії, якими є ВДЕ. Для ефективного використання сонячної та вітрової енергії необхідна модернізація інфраструктури, включно із впровадженням інтелектуальних мереж (smart grids). Інтелектуальні мережі здатні забезпечити оптимальне розподілення енергії завдяки моніторингу та аналізу даних у реальному часі, що дозволяє управляти як виробництвом, так і споживанням електроенергії.

Крім того, розвиток електромереж потребує заміни старого обладнання на новітнє, зокрема трансформаторних підстанцій і ліній передач, що дозволить збільшити пропускну здатність мережі. Розвиток відновлюваної енергетики вимагає значних інвестицій як у встановлення обладнання, так і у модернізацію інфраструктури. Початкові витрати на впровадження ВДЕ можуть бути високими через вартість технологій та необхідність адаптації інфраструктури, проте в довгостроковій перспективі це сприяє економічній вигоді завдяки зниженню експлуатаційних витрат та залежності від імпортованих енергоносіїв. Крім того, різноманітні програми державної підтримки, міжнародні гранти та субсидії для розвитку зеленої енергетики можуть суттєво стимулювати процеси впровадження ВДЕ.

Створення місцевих компаній, що займаються виробництвом, обслуговуванням та модернізацією обладнання ВДЕ, також сприяє розвитку економіки. Інтеграція ВДЕ в міські енергосистеми позитивно впливає на життя населення, сприяючи поліпшенню якості повітря та зниженню рівня шумового забруднення. Це важливо для густонаселених районів, де високий рівень забруднення повітря може викликати захворювання органів дихання та серцево-судинної системи. Впровадження ВДЕ також сприяє створенню нових робочих місць у секторі зеленої енергетики. З розвитком сектору ВДЕ зростає попит на фахівців у сферах інженерії, обслуговування обладнання, управління енергетичними проектами та екологічного консалтингу. Це сприяє підвищенню рівня зайнятості, особливо серед молоді та висококваліфікованих спеціалістів.

Висновок

Інтеграція відновлюваних джерел енергії в міські системи електропостачання є необхідним і стратегічно важливим кроком на шляху до сталого розвитку міських мереж. Це сприяє як зниженню залежності від викопних ресурсів, так і покращенню екологічних умов життя населення. Проте реалізація цього завдання потребує суттєвої модернізації міських енергосистем та впровадження новітніх технологій зберігання енергії. Успішне досягнення цих цілей вимагає комплексного підходу, що враховуватиме технічні, економічні та соціальні аспекти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Боровський, І. (2022). Роль відновлюваної енергетики у міських енергосистемах: аналітичний огляд. Науковий журнал сталого розвитку, 17(2), 135-150.
2. Сидоренко, Л., & Черненко, М. (2021). Технології зберігання енергії для міських електромереж: сучасний стан та перспективи. Журнал інноваційних технологій, 24(1), 92-108.
3. Дорошенко, О. (2020). Інфраструктурні виклики інтеграції ВДЕ у міські мережі. Енергетика майбутнього, 19(3), 45-63.

Самойлов Володимир Юрійович — студент групи ЕЕ-216, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vova254376@gmail.com.

Джумський Дмитро Олегович — студент групи ЕЕ-216, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dimon.dthumskiy@gmail.com.

Степанюк Іван Сергійович — студент групи ЕЕ-216, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ivanstepanuk2@gmail.com.

Лобода Юрій Васильович – доктор філософських наук, старший викладач кафедри електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, lobodaeseem@gmail.com.

Volodymyr Yuriyovych Samoilov — student of group EE-21b, Faculty of Electrical Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vova254376@gmail.com.

Dmytro Olegovich Dzhumskiy — student of group EE-21b, Faculty of Electrical Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dimon.dthymskiy@gmail.com.

Stepaniuk Ivan Serhiyovych — student of group EE-21b, Faculty of Electrical Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ivanstepanuk2@gmail.com.

Loboda Yuriï – Doctor of Philosophy, Senior Lecturer at the Department of Electrical Engineering Systems for Power Consumption and Energy Management, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: lobodaeseem@gmail.com.