

СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ПОПИТОМ В ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ УКРАЇНИ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Завдяки впровадженню систем керування попитом (DSM) формується можливість оптимізувати розподіл навантажень, підвищити енергоефективність та забезпечити надійність електропостачання. Описані конкретні методи – встановлення розумних лічильників, використання аналітичних платформ для моніторингу споживання та математичне моделювання пікових навантажень – дозволяють визначити ключові переваги та виявити перешкоди для модернізації енергетичного сектора в Україні.

Ключові слова: системи керування попитом, локальні електроенергетичні системи, енергоменеджмент, відновлювані джерела енергії, енергоефективність.

Abstract

Thanks to the implementation of demand-side management systems (DSM), it becomes possible to optimize load distribution, increase energy efficiency, and ensure the reliability of electricity supply. The specific methods described – the installation of smart meters, the use of analytical platforms for consumption monitoring, and the mathematical modeling of peak loads – allow for the identification of key advantages and the detection of obstacles to the modernization of the energy sector in Ukraine.

Keywords: demand-side management systems, local electric power systems, energy management, renewable energy sources, energy efficiency.

Вступ

Український енергетичний сектор за останні роки зазнає значних трансформацій, зумовлених бойовими діями і обстрілами, необхідністю модернізації застарілої інфраструктури та інтеграції відновлюваних джерел енергії. Зростання попиту на електроенергію, нерівномірний розподіл навантаження та виклики, пов'язані з енергетичною безпекою, спонукають до впровадження сучасних технологій енергоменеджменту. Одним із перспективних напрямків є система керування попитом (DSM), яка дозволяє ефективно координувати споживання електроенергії на рівні кінцевих споживачів без необхідності значних капіталовкладень у нові генеруючі потужності.

Метою роботи є аналіз особливостей застосування DSM у локальних електроенергетичних системах України, з урахуванням специфічних економічних, технічних та соціальних умов країни. Основою для аналізу виступають сучасні наукові підходи, висвітлені в літературі, що стосуються енергоменеджменту та розумних мереж, зокрема концепції інтегрованих систем керування, здатних оптимізувати розподіл електроенергії в умовах високої динаміки навантаження.

Результати дослідження

В сучасних умовах розвитку української енергетики особливу увагу слід приділяти оптимізації споживання електроенергії через впровадження систем керування попитом, які спрямовані на зменшення пікових навантажень та підвищення ефективності розподілу ресурсів. Застосування DSM в українських локальних мережах дозволить забезпечити більш стабільну роботу енергосистеми, знизити витрати на експлуатацію застарілої інфраструктури та сприяти інтеграції розподілених відновлюваних джерел енергії. Практична реалізація даного підходу вимагає впровадження сучасних технологій, таких як розумні лічильники, системи дистанційного моніторингу та управління, а також алгоритмів прогнозування навантаження. Одним із ключових завдань DSM є динамічне регулювання споживання електроенергії з урахуванням змін тарифів, погодних умов та змін у виробництві електроенергії з

відновлюваних джерел. Це дозволяє не лише зменшити навантаження на мережу в пікові години, але й стимулювати споживачів до більш раціонального використання електроенергії.

Особливістю українського ринку є необхідність адаптації технологічних рішень до місцевих умов: відносно низький рівень автоматизації, фінансові обмеження та специфіка регуляторної бази створюють певні виклики для впровадження DSM. Водночас, впровадження систем керування попитом має потенціал для покращення енергоефективності на рівні як промислових, так і побутових споживачів. Стратегія включення механізмів DSM може базуватися на використанні інтелектуальних алгоритмів аналізу даних, що дозволяють прогнозувати споживання та автоматично регулювати навантаження, оптимізуючи роботу мережі. Крім того, застосування DSM сприятиме зниженню витрат на експлуатацію мереж та підвищенню рівня енергетичної безпеки, що є надзвичайно важливим у сучасних умовах невизначеності та зовнішніх впливів.

Значну роль у впровадженні систем керування попитом відіграє активна участь кінцевих споживачів, які, отримуючи інформацію про реальний стан мережі та змінні тарифи, можуть самостійно коригувати свій режим споживання. Для цього необхідно проводити інформаційні кампанії та створювати сприятливі умови для залучення населення до енергозбереження. Розвиток технологій Інтернету речей (IoT) та інтеграція їх у систему розумних мереж дозволяє забезпечити двосторонній зв'язок між енергопостачальниками та споживачами, що відкриває нові можливості для впровадження DSM. При цьому важливим аспектом є створення національних стандартів і нормативно-правової бази, які б забезпечували ефективну взаємодію всіх учасників ринку. Практичні кейси з інших країн демонструють, що впровадження систем керування попитом дозволяє знизити витрати на генерацію електроенергії та оптимізувати роботу мережі, що є надзвичайно актуальним для України в умовах економічної трансформації та енергетичної безпеки.

Висновки

Проведений аналіз демонструє, що впровадження систем керування попитом у локальних електроенергетичних системах України має великий потенціал для підвищення енергоефективності, зниження пікових навантажень та оптимізації використання існуючих ресурсів. Системи керування попитом сприяють більш гнучкому та адаптивному розподілу електроенергії, що є надзвичайно важливим для забезпечення стабільної роботи мережі в умовах зростаючої інтеграції відновлюваних джерел. Проте успішне впровадження DSM вимагає комплексного підходу, який включає модернізацію інфраструктури, розробку нормативно-правової бази, підвищення кваліфікації кадрів та активну участь споживачів. Рекомендовано проводити подальші дослідження та пілотні проекти з метою адаптації іноземних технологічних рішень до специфіки українського ринку, що дозволить забезпечити стійкий розвиток енергетичної системи країни та підвищення рівня енергетичної безпеки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Khan, N., Shahid, Z., Alam, M. M., Sajak, A. A. B., Mazliham, M. S., Khan, T. A., & Rizvi, S. S. A. (2022). Energy Management Systems Using Smart Grids: An Exhaustive Parametric Comprehensive Analysis of Existing Trends, Significance, Opportunities, and Challenges. *International Transactions on Electrical Energy Systems*, Article ID 3358795.

URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2022/3358795> (дата звернення: 03.03.2025).

2. Bakare, M. S., Abdulkarim, A., Zeeshan, M., & Shuaibu, A. N. (2023). A comprehensive overview on demand side energy management towards smart grids: Challenges, solutions, and future direction. *Energy Informatics*, 6, 4.

URL: <https://energyinformatics.springeropen.com/articles/10.1186/s42162-023-00262-7> (дата звернення: 03.03.2025).

3. Panda, S., Mohanty, S., Rout, K., & Sahu, B. K. (2023). A comprehensive review on demand side management and market design for renewable energy support and integration. *Energy Reports*, 10, 2228–2250.

URL: https://www.researchgate.net/publication/374754919_A_comprehensive_review_on_demand_side_management_and_market_design_for_renewable_energy_support_and_integration (дата звернення: 03.03.2025).

4. Makhotilo, K., & Kiianchuk, V. (2023, October). Участь побутових споживачів на енергетичних ринках через керування попитом. *Energy Saving Power Engineering Energy Audit*. URL:

https://www.researchgate.net/publication/378336303_Ucast_pobutovih_spozivaciv_na_energeticnih_rinkah_cerez_keruvanna_popitom (дата звернення: 03.03.2025).

Комар Вячеслав Олександрович – д.т.н., проф., зав. кафедри електричних станцій та систем, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kvo1976@ukr.net

Насадюк Руслан Миколайович – аспірант кафедри електричних станцій та систем, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: nalsur507@gmail.com

Таранюк Ярослав Сергійович – асистент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет

Komar Viacheslav O. – Doct. Sc. (Eng), Professor, Head of Department of Electrical Power Plants and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: kvo1976@ukr.net

Nasadiuk Ruslan M. – Postgraduate of Department of Electrical Power Plants and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: nalsur507@gmail.com

Taranyuk Yaroslav S. – Assistant Professor of Department of Electrical Power Plants and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia