

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИВУЧОСТІ РЕГІОНАЛЬНИХ ЕНЕРГОСИСТЕМ В УМОВАХ ДЕФІЦИТУ ПОТУЖНОСТЕЙ

Войтенко В. В., аспірант, e-mail: [v.voytenko@nubip.edu.ua](mailto:v.voytenko@nubip.edu.ua)

Національний університет біоресурсів та природокористування України

В умовах неконтрольованого дефіциту потужностей, що виникає внаслідок непередбачуваного виходу з ладу енергетичної інфраструктури є актуальним підвищення живучості регіональних енергосистем. У зв'язку з цим, необхідно розробити ефективні стратегії диверсифікації та відновлення енергопостачання, спрямовані на підвищення стійкості електромережі.

Питання функціонування регіональних енергосистем в умовах дефіциту потужностей розглядаються в ряді наукових досліджень [1, 3-5], в яких вони розкриті в певному об'ємі.

У роботі [1] проаналізовано методи розподілу потоків потужності в модельній регіональній електроенергетичній системі. Запропоновано алгоритм та програма для розв'язання задачі адресності потоків, використовуючи сучасні програмні засоби для моделювання енергетичних процесів, описані в роботі [2]. Даний підхід може бути використаний як додатковий інструментарій системи прийняття рішень при оперативному диспетчерському управлінні регіональних енергосистем. Подальші дослідження в цьому напрямку потрібно спрямувати на створення алгоритму диспетчаризації, який враховуватиме наявні розподілені джерела мікрогенерації, що може зменшити дефіцит потужності, розробку стандартів та протоколів для забезпечення ефективної комунікації між мікрогенераторами, вузлами постачання та навантаження.

Авторами [3] досліджено реалізація плану відновлення, що поєднує принципи «знизу вгору» та «поступовий підхід». Запропонований план передбачає розробку алгоритму для визначення зв'язувальних ліній між сусідніми операторами та знаходження найкоротшого шляху для кожної невідновленої одиниці, включаючи оцінку ризиків та наслідків. Подальші дослідження реалізації плану відновлення можуть включати створення комунікаційних протоколів та механізмів взаємодії між сусідніми операторами енергетичних островів для покращення співпраці в умовах відновлення.

Розроблена схема [4] планування для регіональної енергетичної системи, яка враховує систему віртуального накопичення енергії (VES). Ця система може переносити енергетичні навантаження через періоди часу, що є особливо актуальним у контексті зростання частки відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) та їхньої нестабільності у виробництві. Актуальним у подальшій роботі є дослідження можливостей інтеграції VES з реальними децентралізованими мікроенергетичними системами та наявної інфраструктурою, включаючи обчислювальні платформи для управління мережею.

У роботі [5] запропоновано та обґрунтовано стратегію раціонального використання дистанційно керованих комутаційних апаратів, що дозволяє реалізувати динамічну реконфігурацію контурів розподільної мережі з метою мінімізації втрат електроенергії за циклічної зміни навантаження або вихідної потужності розосереджених джерел генерації енергії та засобів її акумулювання. Важливим напрямком подальших досліджень може бути розробка сценаріїв використання комутаційних апаратів в умовах різних навантажень та ситуацій (наприклад, пікові навантаження, аварійні ситуації).

У рамках подальшого дослідження передбачається розробка стратегії "розумної" диспетчеризації регіональних енергомереж в умовах децентралізованої генерації з метою підвищення їх живучості та стійкості до зовнішніх впливів. Це передбачає виконання ряду задач, наведених в табл.1.

**Таблиця 1. Алгоритм задач для впровадження інтелектуальних систем управління в мікромережах та енергоостровах**

| Завдання                                       | Опис                                                             | Кроки                                                        |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Впровадження інтелектуальних систем управління | Інтеграція систем для контролю генерацій та енергетичних вузлів. | 1. Аналіз існуючих мікромереж та енергоостровів.             |
|                                                |                                                                  | 2. Визначення вимог до систем управління.                    |
|                                                |                                                                  | 3. Розробка та впровадження програмного забезпечення.        |
| Розробка алгоритмів маршрутизації              | Встановлення зв'язків між вузлами постачання та навантаження.    | 1. Аналіз топології мережі, включаючи генератори на базі ВДЕ |
|                                                |                                                                  | 2. Розробка математичної моделі маршрутизації.               |
|                                                |                                                                  | 3. Визначення частки споживання енергії для кожного вузла.   |
| Конфігурування схем системи розподілу          | Балансування мікроенергосистем з урахуванням потреб споживачів.  | 1. Ідентифікація кінцевих споживачів та їх потреб.           |
|                                                |                                                                  | 2. Розробка конфігурацій системи розподілу.                  |
|                                                |                                                                  | 3. Тестування та оптимізація системи.                        |

Розосередження джерел генерації є критично важливим аспектом підвищення живучості енергосистеми, оскільки воно дозволяє зменшити залежність від централізованих джерел енергії та знижує ризики, пов'язані з аваріями на великих електростанціях. Ефективна диспетчеризація в умовах змінюваної енергетичної архітектури дозволить адаптуватися до динамічних викликів, забезпечуючи оптимальне управління ресурсами, збільшення диверсифікації енергопостачання та зниження ризиків блекауту.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Каплун В., Гай О., Стецюк П., Івлічев А. Забезпечення оптимальних сценаріїв диспетчеризації для регіональних енергетичних систем в умовах неконтрольованих дефіцитів потужності. *Machinery & Energetics*. 2023. Т. 14, № 2. С. 23–33.
2. Біла Г.Д., Корчинський О.О., Стецюк П.І., Хом'як О.М., Шеховцов С.Б. Використання NEOS-сервера для розв'язання двох класів оптимізаційних задач. *Кібернетика та комп'ютерні технології*. 2022.
3. Фотіс Г., Віта В., Маріс Т. І. Ризики в європейській transmission-системі та нова стратегія відновлення енергетичної системи після великого блекауту. *Applied Sciences* (Швейцарія). 2023. Т. 13, № 1. DOI: [10.3390/app13010083](https://doi.org/10.3390/app13010083).
4. Ч Zhu, X., Ян Дж., Лі Г., Донг Х., Лю С. Оптимальна стратегія диспетчеризації регіональної інтегрованої енергетичної системи з урахуванням віртуальної системи накопичення енергії. *Dianli Jianshe/Electric Power Construction*. 2020. Т. 41, № 8. С. 99–110. DOI: [10.12204/j.issn.1000-7229.2020.08.012](https://doi.org/10.12204/j.issn.1000-7229.2020.08.012).
5. Жаркін, А. Ф., Новський, В. О., Попов, В. А., & Ярмолюк, О. С. (2021). Поліпшення ефективності управління розподільчими мережами в умовах застосування розподілених джерел генерації електричної енергії та засобів її накопичення. *Технічна електродинаміка*, 2021(3), 37–43. doi:[10.15407/TECHNED2021.03.037](https://doi.org/10.15407/TECHNED2021.03.037)