

ОПТИМІЗАЦІЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМПЛЕКСІВ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У ЕЛЕКТРОМЕРЕЖАХ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

У роботі розглядаються умови оптимальності функціонування в електричних системах відновлюваних джерел електроенергії (ВДЕ), керованість яких обмежена впливом нестабільних погодних умов. Показано вплив інформаційного забезпечення системи керування на ефективність використання ВДЕ.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії, оптимізація, керування, електричні мережі

Abstract

The work conditions of optimum operation of renewable energy sources (RES) in electrical systems are considered. Their influence is limited manageability unstable weather conditions. The impact of information provision control system for efficient use of renewable energy was shown.

Keywords: renewable energy, optimization, control, power network

Вступ

Для сучасних електричних мереж характерним є зростання навантаження, підвищення вимог щодо надійності електропостачання та якості електроенергії. Для забезпечення необхідної якості електроенергії та надійності електропостачання, а також зменшення забруднення електроенергетикою навколишнього середовища інтенсивно розвиваються відновлювані джерела електроенергії (ВДЕ), зокрема сонячні (СЕС), вітрові (ВЕС) та малі гідроелектростанції (МГЕС). Розвиток ВДЕ як розосередженого генерування в електричних мережах є актуальним для всіх країн. В країнах Євросоюзу, наприклад, розглядається можливість доведення частки ВДЕ в 2020 р. до 20%.

З переходом від централізованого електропостачання до комбінованого виникають нові задачі, однією з яких є оптимальне керування комплексами ВДЕ різних типів в складі локальних електричних систем (ЛЕС), в які з розвитком ВДЕ поступово перетворюються розподільні електричні мережі [1–3]. Критерієм, переважно, є досягнення максимального техніко-економічного ефекту від впровадження ВДЕ і, за рахунок цього, нарощування потужності нових відновлюваних джерел енергії. Цей ефект може бути досягнутий шляхом узгодження в часі оптимізації процесів вироблення, транспортування і споживання електроенергії.

Отже, метою роботи є визначення умов оптимальності та розроблення структури оптимального керування комплексів керованих та умовно-керованих ВДЕ, а також формування вимог до інформаційного забезпечення децентралізованого керування ВДЕ

Результати дослідження

Для оптимізації функціонування ВДЕ у нормальних режимах електричних систем особливо актуальними виявляються питання організації планування і оперативного керування режимами роботи таких станцій з метою отримання максимального прибутку від їх експлуатації. Отже, найбільш актуальною, враховуючи специфіку забезпечення їх рентабельності, є задача оптимізації добових режимів (на інтервалі часу $[t_0; t_k]$) керованих ВДЕ $P_i(t)$, $i = 1, 2, \dots, n$ з урахуванням режимів умовно-керованих джерел для забезпечення максимальних надходжень від реалізації їх електроенергії за умов багатоступеневого тарифу енергоринку $c(t)$ та технічних обмежень з боку окремих ВДЕ [4]:

$$\int_{t_0}^{t_k} c(t) \sum_{i=1}^n P_i(t) dt \rightarrow \max. \quad (1)$$

При цьому має враховуватися прогнозна інформація щодо метеопараметрів, яка надається відповідною підсистемою *SMART Grid* системи й дозволяє достатньо адекватно для відтворення станів ВДЕ

типу *Variable* на період до чотирьох діб. Таким чином, умовно-керовані та не стабільні джерела енергії типу ВЕС та СЕС в цільових функціях та обмеженнях задач оптимального керування можна представити математичним очікуванням часових залежностей генерування $M_{\text{ВЕС}}\{P(t)\}$, $M_{\text{СЕС}}\{P(t)\}$, $t \in [t_0; t_k]$. Розв'язання подібної задачі розглянуто в [4]. Як розв'язок, використовуючи принцип максимуму інтегральних функцій Понтрягіна, отримано умови оптимальності функціонування комплексів різнотипних ВДЕ у вигляді аналітичних співвідношень.

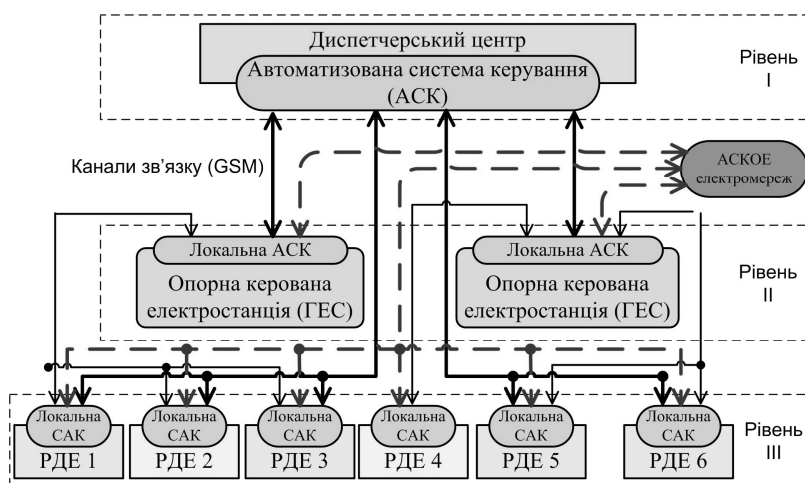


Рис. 1. Структурна схема автоматизованої системи керування комплексом розподілених джерел енергії (РДЕ)

Для реалізації отриманих умов оптимальності необхідною умовою є забезпечення можливості централізованого керування об'єктом у реальному часі. Однак, це не може бути достатньо якісно реалізоване через просторову розгалуженість об'єктів та відсутність надійних каналів зв'язку між ними та диспетчерським центром. Виходячи з цього автоматизована система керування (АСК) з необхідним переліком функцій (рис. 1) може бути побудована, як централізована система оперативного керування з децентралізацією функцій реального часу за рахунок застосування локальних адаптивних систем автоматичного керування (САК).

Показано, що витрати на створення такої АСК компенсуються покращенням керованості ВДЕ, зменшенням кількості обслуговуючого персоналу, підвищенням надійності та ефективності роботи, а також забезпеченням необхідного графіка генерування.

Висновки

Запропонована структура АСК виробленням електроенергії ВДЕ дозволяє за нестабільності впливу зовнішнього середовища забезпечувати надійне й економічно доцільне їх функціонування у різних експлуатаційних ситуаціях і узгоджувати умови оптимальності роботи розосередженого генерування, електричних мереж та енергосистеми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Стогній Б.С., Кириленко О.В., Денисюк С.П. Интеллектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їх технологічне забезпечення // Технічна електродинаміка. – 2010. – №6. – С. 44–50.
2. NIST Releases Report on Smart Grid Development // National Institute of Standards and Technology (USA) – Recognized Standards for Inclusion In the Smart Grid Interoperability Standards Framework, Release 1.0 (електронний ресурс). Режим доступу: http://collaborate.nist.gov/twiki-sggrid/bin/view/_SmartGridInterimRoadmap/InterimRoadmapFinal
3. European Smart Grids Technology Platform // European Commission. Directorate-General for Research Sustainable Energy System, EUR 22040, 2006. – 44 p.
4. Лежнюк П.Д., Кулик В.В., Бурикін О.Б. Ковальчук О.А. Оптимізація режимів електричних мереж з малими ГЕС в умовах адресного електропостачання // Технічна електродинаміка. Тематичний випуск: Проблеми сучасної електротехніки. Ч. 3. – 2010. – С. 31–34.

Бартецька Ірина Анатоліївна — аспірантка факультету електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bartetska_ia@mail.ru

Науковий керівник: **Кулик Володимир Володимирович** — д-р техн. наук, доцент, доцент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Bartetska Iryna A. — Department of Electric Energy and Power Mechanic, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : bartetska_ia@mail.ru

Supervisor: **Kulyk Volodymyr V.** — Dr. Sc. (Eng.), Asist. professor, Asist. professor of the Chair of Power Stations and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.