

ОПТИМАЛЬНЕ ІНТЕГРУВАННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ В ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ ЕНЕРГОСИСТЕМ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

В роботі проаналізовані шляхи оптимального інтегрування фотоелектричних станцій в електричні мережі енергосистем. Однією з основних передумов розкриття потенціалу фотоелектричних станцій є розроблення технічних засобів їх впровадження. Концепція SMART Grid дозволяє створювати і контролювати такі засоби керування. Тому опираючись на засади концепції, проаналізовано технічні аспекти впровадження фотоелектричних.

Ключові слова: фотоелектричні станції, відновлювальні джерела енергії, Smart Grid, електричні мережі, зелений тариф.

PHOTOVOLTAIC OPTIMAL INTEGRATION IN ELECTRICAL NETWORKS OF ENERGY SYSTEMS

Abstract

The paper analyzes the ways of optimal integration of photovoltaic stations in electric networks of power systems. One of the main prerequisites for the disclosure of the potential of photovoltaic stations is the development of technical means for their implementation. The SMART Grid concept allows you to create and control such controls. Therefore, based on the principles of the concept, the technical aspects of the introduction of photovoltaics are analyzed

Keywords: photovoltaic stations, renewable energy sources, Smart Grid, power grids, green fare.

Вступ

Відповідно до Енергетичної стратегії України на період до 2030 року, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року N1071, розвиток енергетики на основі відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) є важливим напрямком, який підвищує рівень енергетичної безпеки, знижує антропогенний вплив на навколишнє середовище та має великий потенціал з забезпечення значного внеску в процес підвищення енергетичної незалежності України. Виходячи з цього, державою прийнято ряд мотиваційних заходів, зокрема «зелений тариф», для залучення інвестицій у ВДЕ. Найшвидші темпи впровадження серед ВДЕ показують джерела, що базуються на перетворенні енергії сонця. Проте, електричні мережі, в силу їх технічного стану та підходів до керування, не готові до зростання кількості та одиначної потужності фотоелектричних станцій (ФЕС). За кордоном добре зарекомендувала себе концепція SMART Grid, впровадження якої поступово відбувається в енергетичному секторі України. Впровадження даної концепції дозволить підвищити енергоефективність електричних мереж, в тому числі і за рахунок збільшення частки генерування фотоелектричних станцій, що сприятиме диверсифікації імпорту енергетичних ресурсів України.

Результати дослідження

Концепція Smart Grid передбачає побудову цілком інтегрованої, саморегульованої та само відновлюваної системи, що містить всі джерела генерування електроенергії, магістральні та розподільні мережі, а також всі види споживачів електроенергії, які керуються єдиною мережею автоматизованих пристроїв в реальному часі [1, 2]. Впровадження Smart Grid технологій відбувається в рамках сценарію розвитку електроенергетики, коли за рахунок розосередженого генерування відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) зменшується централізоване генерування, в результаті чого зменшується навантаження на магістральні електричні мережі, а розподільні мережі повинні адаптуватися до нових умов експлуатації. Оскільки розподільні електричні мережі зі всією

інфраструктурою проектувалися під централізоване живлення, то на сьогодні вони вимагають суттєвої модернізації.

Модернізація сучасних систем електропостачання з розвитком відновлюваних джерел електроенергії і обмеженням централізованого електропостачання тісно пов'язана з *Smart Grid* технологіями. Важливою задекларованою особливістю *Smart Grid* є можливість для постачальників електроенергії контролювати роботу електроустановок споживачів, тобто дистанційно регулювати споживання електроенергії, зсуваючи його в часі й «підганяючи» під оптимальний графік сукупного генерування. У перспективі за рахунок гнучких зворотних зв'язків з використанням комунікаційних мереж можливе керування режимами роботи окремих електроустановок споживачів з метою адаптування режимів споживання під нестабільне генерування *ВДЕ*. Переваги такого підходу очевидні. Для *ЛЕС* з комбінованим електропостачанням можуть виникати різні задачі оптимізації.

Найбільш актуальною на даний час, враховуючи специфіку забезпечення рентабельності *ВДЕ* (1), є задача оптимізації добових режимів (на інтервалі часу $[t_0; t_k]$) керованих джерел енергії $P_i(t)$, $i = 1, 2, \dots, n$ (наприклад *МГЕС*) з урахуванням режимів умовно-керованих джерел для забезпечення максимальних надходжень від реалізації їх електроенергії за умов багатоступеневого тарифу енергоринку $\pi(t)$ та технічних обмежень з боку окремих *ВДЕ*:

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

з урахуванням балансового обмеження:

$$P_{\text{цж}}(t) + \sum_{i=1}^n P_i(t) - P_{\text{нав}}(t) - \Delta P(t) = 0,$$

де $P_{\text{цж}}(t)$ – потужність від централізованих джерел живлення ЛЕС; $P_{\text{нав}}(t)$ – сумарне навантаження ЛЕС; $\Delta P(t)$ – втрати потужності в ЛЕС.

Висновки

Модернізація електроенергетики на основі концепції *Smart Grid* дозволяє суттєво покращити керованість процесів генерування, транспортування, розподілу та споживання електроенергії. Завдяки *Smart Grid* технологіям електроенергетика швидше адаптується до ринкових умов. Впровадження *Smart Grid* технологій на рівні локальних електричних систем підтверджує їх техніко-економічну ефективність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. European Commission Directorate-General for Research Information and Communication Unit European Communities: “*European Technology Platform Smart Grids, Vision and Strategy for Europe’s Electricity Networks of the future*”, European Communities, 2006.

2. Стогній Б. С. Кириленко О.В., Денисюк С.П. Інтелектуальні електричні мережі електроенергетичних систем та їх технологічне забезпечення // *Технічна електродинаміка*. – 2010. – №6. – С. 44–50.

Прокопенко І.О. — аспірант, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: delfin11071994@gmail.com

Кравчук С.В. — кандидат технічних наук, асистент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sv.kravchuk@ukr.net

Науковий керівник: **Лежнюк Петро Дем'янович** — доктор технічних наук, професор, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: lezhp@gmail.com

Prokopenko Ihor O. – Ph.D student, Vinnitsa National Technical University, Ph.D student of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine; e-mail: delfin11071994@gmail.com

Kravchuk Serhii V. - Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), assistant, Vinnitsa National Technical University, assistant of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine; e-mail: sv.kravchuk@ukr.net.

Supervisor: Lezhniuk Petro D. – Doctor of Technical Sciences (Dr. Sc.), professor, Vinnitsa National Technical University, professor of power plants and systems department; Vinnitsa, Ukraine; e-mail: lezhp@gmail.com