

МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ НАДІЙНОСТІ РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ З РОЗОСЕРЕДЖЕНИМ ГЕНЕРУВАННЯМ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі досліджено відомі методи аналізу надійності, що використовуються для оцінювання роботоздатності розподільних електричних мереж. Запропоновано метод оцінювання функціональної надійності таких мереж з розосередженим генеруванням

Ключові слова: розосереджене генерування, функціональна надійність, електричні мережі

Abstract

Known methods for evaluating the reliability analysis of electrical distribution networks was investigated. The method of evaluating the functional reliability of networks with dispersed generation was proposed

Keywords: dispersed generation, functional reliability, power network

Вступ

Розподільні електричні мережі (ЕМ) є складним об'єктом, який містить елементи з різними функціональними параметрами та характеристиками – трансформаторні підстанції, кабельні та повітряні лінії електропередач тощо. Функціональна надійність, тобто здатність ЕМ до надійного постачання споживачів електричною енергією належної якості залежить від надійності кожного елемента, узгодженості їх параметрів та структурних зв'язків між ними. Крім того значний вплив мають режими та графіки електроспоживання.

Неможливість, або значна затратність організації резервування схем видачі електроенергії РДЕ, невідповідність параметрів основного обладнання ЕМ новим умовам експлуатації, недосконалість систем релейного захисту та автоматики у поєднанні з застарілим обладнанням створює умови, коли для організації ефективної роботи РДЕ необхідно враховувати вплив станцій на функціональну надійність мереж. При цьому у моделях функціональної надійності ЕМ слід розглядати елементи, як розподільних електромереж, так і джерел енергії.

Відповідно до сучасних тенденцій розвитку електричних систем збільшується частка децентралізованого генерування енергії, а розподільні ЕМ у сукупності з розосередженими джерелами енергії (РДЕ) набувають ознак локальних електричних систем (ЛЕС) [1, 2]. Виходячи з цього, висуваються нові вимоги щодо методів оцінювання функціональної надійності, а також складу та періодичності оновлення параметрів, які мають вимірюватися для її адекватного дослідження [2].

Метою роботи є дослідження наявних методів аналізу надійності розподільних ЕМ та розроблення методу для оцінювання функціональної надійності розподільних мереж з РДЕ.

Результати дослідження

Враховуючи, що розподільні електричні мережі практично не пристосовані до обслуговування РДЕ, технічні рішення з приєднання розосередженого генерування, розвитку електроспоживання, розбудови електромереж, а також керування ними потребують адаптації до реальних експлуатаційних умов. Програмні засоби для комплексного оцінювання ефективності проектних та експлуатаційних рішень мають враховувати сукупність факторів, які визначають функціональну надійність електричних мереж з РДЕ. Це в першу чергу структурна надійність ЕМ та економічність транспортування електроенергії до споживачів та від РДЕ, а також якість електроенергії на шинах споживачів та джерел енергії.

Для розв'язання даної задачі, використовуючи відомі критеріальні моделі [3] якості функціону-

вання ЕМ, запропоновано метод визначення вартісного показника функціональної надійності ЛЕС у формі прибутку від реалізації електроенергії, що отримана на межі балансової надійності ЕМ:

$$\Pi_k = b_{\text{ня}} \cdot W_k \cdot E_* + \left[(b_{\text{нд}} - b_{\text{ня}}) W_k - b_{\Delta W} \cdot \Delta W_k \right] E'_* + (b_{\text{тар}} - b_{\text{нд}}) \cdot W_k, \quad (1)$$

де $b_{\text{тар}}$, $b_{\Delta W}$ – відповідно, ціна 1 кВт-год електроенергії, що відпущена з шин k -го РДЕ та питома вартість втрат електроенергії у електричних мережах ЛЕС; $b_{\text{нд}}$, $b_{\text{ня}}$ – відповідно, питома вартість недовідпущеної та неякісної електроенергії; W_k – відпуск електроенергії з шин k -го РДЕ протягом заданого інтервалу часу T за умови відсутності перерв у транспортуванні; ΔW_k – розрахункові втрати електроенергії без врахування можливих перерв у роботі РДЕ; E_* , E'_* – відповідно, показники якості функціонування ЕМ у критеріальній формі [3], отримані з урахуванням та без врахування фактора якості електричної енергії.

Прийнявши у виразі (1) вартість недовідпущеної електроенергії $b_{\text{нд}}$ та втрат електроенергії $b_{\Delta W}$ рівними тарифу на електроенергії РДЕ $b_{\text{тар}}$ (тарифу на межі балансової належності, або «зеленому» тарифу), а також не враховуючи вартість неякісної електроенергії ($b_{\text{ня}} = 0$), було отримано спрощений вираз для експрес-оцінювання вартісного показника функціональної надійності ЕМ з розосередженим генеруванням:

$$\Pi_k = b_{\text{тар}} (W_k - \Delta W_k) E'_*. \quad (2)$$

Важливою перевагою вартісних показників функціональної надійності (1), (2) є те, що вони чутливі як до режимів роботи РДЕ та ЕМ, так і до надійності схем транспортування генерованої електроенергії електричними мережами. Виходячи з цього, вони можуть бути застосовані не лише для оцінювання рішень з керування електроспоживанням та режимами РДЕ та, а й для оптимізації розвитку ЕМ та схем приєднання РДЕ. Таким чином, реалізується комплексний підхід до забезпечення функціональної надійності ЕМ енергопостачальних компаній з розосередженим генеруванням.

Висновки

Запропоновано вартісний показник функціональної надійності електричних мереж з РДЕ, що дозволяє оцінювати ефективність керувальних впливів щодо зміни схеми ЕМ, а також параметрів генерування РДЕ з метою забезпечення максимальної ефективності їх сумісної роботи. Крім того вартісний показник може бути використаний для оцінювання ефективності проектних рішень з розвитку ЕМ та приєднання РДЕ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Козирський В. В. Інтеграція поновлюваних джерел енергії в розподільні електричні мережі сільських регіонів / В. В. Козирський, Ю. І. Тугай, В. М. Бодунов, О. В. Гай // Технічна електродинаміка. – 2011. – №5. – С. 63–67. – ISSN 0204–3599.
2. Лежнюк П. Д. Підвищення якості функціонування локальних електричних систем за рахунок відновлювальних джерел енергії / П. Д. Лежнюк, О. А. Ковальчук, В. О. Комар // Відновлювана енергетика XXI століття: XII міжнарод. наук.-практ. конф.: матеріали конференції. – Крим, 2011. – С. 52–55.
3. Лежнюк П. Д. Оцінка якості оптимального керування критеріальним методом / П. Д. Лежнюк, В. О. Комар. Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 108 с. – ISBN 966-641-201-2.

Кириченко Василь Федорович — аспірант факультету електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kyrychenko_v@mail.ru

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

Kyrychenko Vasyl F. — Department of Electric Energy and Power Mechanic, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : kyrychenko_v@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.