

Кулик В.В., д.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет
Кириченко В.Ф., аспірант, Вінницький національний технічний університет

ОЦІНЮВАННЯ БАЛАНСОВОЇ НАДІЙНОСТІ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ З УРАХУВАННЯМ ТИПОВИХ ГРАФІКІВ ГЕНЕРУВАННЯ ТА СПОЖИВАННЯ

Згідно сучасних тенденцій розвитку електричних систем у світі та в Україні постійно зростає частка децентралізованого генерування. У розподільні електричні мережі (ЕМ) інтегруються розосереджені джерела енергії (РДЕ), встановлені потужності яких становлять десятки мегават. У піку генерування потужність розосереджених джерел може істотно перевищувати локальне електроспоживання, змінюючи природні для таких мереж напрямки перетікань електроенергії. Таким чином, змінюється роль централізованих джерел (ЦД) у забезпеченні балансу електроенергії та надійності електропостачання споживачів. В окремі періоди доби воно виявляється не основним, а резервним джерелом енергії, що має враховуватися для адекватного оцінювання балансової надійності локальної системи.

Недоліки відомих методів дослідження балансової надійності електричних систем пов'язані з тим, що вони розроблялися для систем централізованого електропостачання з наступною адаптацією до нових умов роботи мереж. Отже, методично роль основного джерела вважається визначальною. Недовідпуск електроенергії, як характеристика надійності системи, розраховується виходячи з довідникових параметрів джерела. А графіки функціонування РДЕ та зміна їх складу протягом доби (не через вихід з ладу, а з природних причин) вважаються вторинною інформацією.

Доповідь присвячена дослідженню ролі централізованих джерел у забезпеченні балансу електроенергії в розподільних мережах з розосередженим генеруванням. Запропоновано метод оцінювання графіка недовідпуску електроенергії споживачам, що зумовлений раптовими відмовами елементів ЕМ, основного обладнання РДЕ, а також невідповідністю, з природних причин, графіків генерування РДЕ, заявленим. Для оцінювання балансової надійності запропоновано використовувати безрозмірний коефіцієнт α , що визначається співвідношенням імовірного недовідпуску електроенергії $E_{нд}$ та математичного очікування електроспоживання в ЕМ $E_{сп}$:

$$\alpha = E_{нд} / E_{сп} \cong \sum_{t=1}^T (q_{0\mathcal{E}} \cdot P_{\max t} / P_{\Sigma i \mathcal{E} t}).$$

де $P_{\max t}$ – імовірний небаланс потужності для інтервалу часу t , зумовлений відмовами елементів ЕМ і місцевих джерел, а також невідповідністю їх графіків генерування; $P_{\Sigma i \mathcal{E} t}$ – сумарне навантаження для інтервалу часу t ; $q_{0\mathcal{E}}$ – ймовірність припинення постачання енергії від централізованого джерела.

На відміну від традиційного електропостачання розподільних мереж, коли зміни перетікань електроенергії та структури балансу зумовлені лише змінами електроспоживання, у мережах з РДЕ протягом доби змінюється склад генерувальних потужностей, а також схема передачі енергії до споживачів під дією природних умов. Отже, змінюється склад обладнання, що впливає на балансову надійність системи. Через конструктивні особливості переважна більшість РДЕ не може нести навантаження за відсутності централізованого джерела енергії. Тому варіант їх автономної роботи на місцеве навантаження розглядати не доцільно. Таким чином, порушення зв'язку з системою залишається визначальним фактором.

З урахування означених особливостей, використовуючи методи теорії імовірності та принцип декомпозиції отримано вираз для оцінювання недовідпуску електроенергії у розподільній мережі з РДЕ. Враховуються імовірності виходу з ладу окремих елементів ЕМ, а також відмови розосереджених джерел та невідповідність їх графіків генерування для заданого моменту часу.

Експериментально встановлено, що, використовуючи значення потужностей генерування та споживання, а також схем електропостачання для певних моментів часу t , можна достатньо адекватно оцінювати графік недовідпуску електроенергії споживачам, коефіцієнт балансової надійності, а також графік необхідного резерву потужності централізованого джерела для забезпечення балансової надійності ЕМ, тобто електропостачання споживачів та функціонування РДЕ.