

Володимир Кулик, Віктор Пірняк (Вінниця)

## УРАХУВАННЯ ЯКОСТІ ВИХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПІД ЧАС ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗМІЩЕННЯ ДЖЕРЕЛ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В ЕЛЕКТРОМЕРЕЖАХ

Розподільні електричні мережі (ЕМ) 10(6) кВ та 0.4 кВ, у яких зосереджено основну частку втрат електроенергії, характеризуються низькою надійністю, недосконалістю систем релейного захисту та автоматики, складністю резервування, а отже мало пристосовані для впровадження засобів компенсації реактивної потужності (КРП).

Крім того, через недосконалість систем технічного та комерційного обліку електроенергії в електричних мережах задачі оптимізації КРП розв'язуються в умовах часткової невизначеності [1]. Отже, для забезпечення ефективної роботи джерел реактивної потужності (ДРП) в таких мережах необхідно враховувати вплив якості мереж на функціонування джерел ще на стадії проектування [2], необхідно комплексно оцінювати ефект від впровадження ДРП, що пов'язаний зі зниженням втрат електроенергії та підвищенням якості напруги, враховуючи якість вихідної інформації та рівень надійності мереж.

**Постановка задачі.** Переважно, оптимізуючи режими електромереж за реактивною потужністю оцінюють ефект зменшення втрат електроенергії у натуральному, або грошовому виразі [1]. В якості впливових факторів враховують конфігурацію, пасивні параметри та рівні напруги в ЕМ, а також коефіцієнти потужності та обсяги електроспоживання [2]. Однак, крім означених факторів необхідно враховувати зміни режимних параметрів джерел та електромереж, а формальний показник має бути придатним для використання у оптимізаційних розрахунках.

Через низьку якість вихідної інформації детерміновані значення корисного відпуску  $W$  та втрат електроенергії  $\Delta W$  на практиці не можуть бути визначені. Виходячи з цього для розв'язання задачі оцінювання ефективності КРП було використано інтервальний аналіз. Для оцінювання гарантованого ефекту від впровадження ДРП було використано значення відпуску електроенергії та втрат, що відповідають нижній межі інтервалу невизначеності. Таким чином було отримано нижню межу інтервалу невизначеності додаткових надходжень від впровадження ДРП, які характеризують гарантований ефект КРП з імовірністю 0.95:

$$\Delta\Pi_{k \min} = \Delta\Pi_k (1 - \delta_{\Pi}); \delta_{\Pi} = 2 \left[ \frac{\delta_w}{1 + K_{\text{яв}k}} + \frac{\delta_{\Delta W}}{1 + K_{\text{яв}k}^{-1}} \right]; K_{\text{яв}k} = \frac{b_{\Delta W}}{b_{\text{ня}}} d\Delta W_{k*} \cdot dE_{k*}^{-1},$$

де  $\Delta\Pi_k$  – математичне сподівання додаткових надходжень від впровадження ДРП:

$$\Delta\Pi_k = \Pi_k - \Pi = b_{\text{ня}} \cdot W (E_{k*} - E_*) + b_{\Delta W} (\Delta W - \Delta W_k) E_*';$$

$E_*$ ,  $E_*'$  – відповідно, показники якості функціонування ЕМ у критеріальній формі [3], отримані з урахуванням та без врахування якості електричної енергії,  $E_{k*}$ ,  $\Delta W_k$  – відповідно, значення показника якості функціонування  $E_*$  та втрат електроенергії в мережі після встановлення ДРП на  $k$ -ій підстанції;  $\delta_{\Pi}$  – відповідає розмаху відхилення величини  $\Delta\Pi_k$ ;  $K_{\text{яв}k}$  – коефіцієнт, який характеризує співвідношення ефекту від зменшення втрат та підвищення якості електроенергії завдяки встановленню ДРП на  $k$ -тій підстанції;  $d\Delta W_*$  та  $dE_{k*}$  – відносні зменшення втрат електроенергії та показника якості функціонування ЕМ, оцінених за математичними сподіваннями.

**Висновки.** За результатами теоретичних та практичних досліджень запропоновано метод формування комплексного показника гарантованої ефективності впровадження КРП, що на відміну від відомих, враховує надійність електромережі, якість напруги у її вузлах, а також точність визначення відпуску та втрат електроенергії.

### Література

1. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: руководство для практических расчетов. Москва: ENAS, 2009. 456 с.
2. Jizhong Zhu. Optimization of Power System Operation. Reactive Power Optimization / Zhu Jizhong. Wiley-IEEE Press, 2009. P. 409-454.
3. Лежнюк П. Д., Комар В. О. Оцінка якості оптимального керування критеріальним методом: монографія. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. 108 с.