

**П.Д. Лежнюк, д.т.н., проф., Н.В. Остра, к.т.н., доц., О.Є. Рубаненко, к.т.н., проф.  
 ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЧУТЛИВОСТІ  
 ОПТИМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ ЕЕС**

В час зростання вартості викопних видів палива та виробленої електричної енергії, **актуальною** постає задача зменшення витрат на виробництво та транспортування електроенергії. Відомі методи зменшення витрат на транспортування електричної енергії шляхом наближення електричних станцій до споживача та методи зменшення витрат електричної енергії в лініях електропередач і в трансформаторах під час транспортування. Для цього, наприклад, застосовуються алгоритми оптимального керування режимами електроенергетичних систем регуляторами під навантаженням силових трансформаторів. Вибір трансформатора, яким реалізується керуючий вплив на нормальний режим ЕЕС здійснюється з урахуванням результатів аналізу чутливості математичної моделі оптимального керування стосовно керування нормальними режимами ЕЕС [1]. Водночас, відомо, що впливати на нормальні режими локальних ЕЕС або енергопостачальних компаній можна змінюючи генерування малих ГЕС [2]. Однак, в умовах відсутності або малої кількості дощів, потрібно враховувати можливості кожної з малих ГЕС для реалізації оптимальних, за втратами електричної енергії, режимів засобами ГЕС. В зв'язку з цим, необхідно розробити математичні моделі, які дозволяють більш ефективно розв'язувати задачі аналізу чутливості оптимальних рішень по керуванню режимами ЕЕС та малими ГЕС.

Проте реальні характеристики систем відрізняються від очікуваних. В наслідок цього визначене керування може виявитися неоптимальним. Функцію, що характеризує якість системи оптимальності, записуємо наступним чином:

$$F = F[\mathbf{x}(t, \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_m, u_1, \dots, u_n), \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_m, u_1, \dots, u_n, T], \quad (1)$$

де  $\varepsilon_i$  - деякий параметр, що може мати різні фізичні значення (він може характеризувати як власні властивості досліджуваної системи, так і зовнішні впливи, що діють на неї;  $T$  - інтервали часу, що характеризують період дискретності керуючих впливів.

Припускається, що задача пошуку оптимального рішення по керуванню зведена до задачі на умовний екстремум функції багатьох змінних. Оптимальне значення функції при розрахункових значеннях параметрів  $\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_m$ :

$$F = F[\mathbf{x}(t, \varepsilon_{10}, \dots, \varepsilon_{m0}, u_{10}, \dots, u_{n0}), \varepsilon_{10}, \dots, \varepsilon_{m0}, u_{10}, \dots, u_{n0}, T]. \quad (2)$$

Нехай реальні значення параметрів  $\varepsilon_i$  і  $u_i$  відрізняються від розрахункових на малі величини  $\Delta\varepsilon_i$  і  $\Delta u_i$ . Припустимо, що мінімум функції  $F$  досягається в межах припустимої області параметрів керування. Тому часткові похідні  $\frac{\partial F}{\partial u_i}$ , що характеризують чутливість функції до змін параметрів  $u_i$ , дорівнюють нулю. Тоді, розкладаючи (1) у ряд Тейлора і нехтуючи членами вище першого порядку відносно  $\Delta\varepsilon_i$  і  $\Delta u_i$ , отримуємо:

$$\Delta F = \sum_{i=1}^m \frac{\partial F}{\partial \varepsilon_i} \cdot \frac{\partial x}{\partial \varepsilon_i} \Delta \varepsilon_i + \sum_{i=1}^m \frac{\partial F}{\partial \varepsilon_i} \Delta \varepsilon_i. \quad (3)$$

Із співвідношення (3) одержуємо, що чутливість розглянутої функції (1) до змін параметрів оцінюється за допомогою виразу:

$$\delta_i^F = \frac{\partial F}{\partial x} \cdot \frac{\partial x}{\partial \varepsilon_i} + \frac{\partial F}{\partial \varepsilon_i}.$$

**Висновки.** Зазвичай при синтезі оптимальних програм і законів керування використовується апріорна інформація про динамічні характеристики об'єкта, можливі зовнішні збурюючі впливи та початкові умови для окремих ділянок процесу керування.

#### **Література**

1. Лежнюк П.Д. Оцінка чутливості критеріїв оптимальності в задачах великої міри складності / П.Д. Лежнюк, Н.В. Остра, О.Є. Рубаненко // – Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011. – №6. – С. 150–154.
2. Лежнюк П.Д. Оптимізація режиму розподільних електричних мереж з розосередженими джерелами електроенергії / П.Д. Лежнюк, В.В. Кулик, О.А. Ковальчук // – Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Електротехніка і енергетика», випуск 8 (162). – 2011. – С. 151-154.