Бевз С.В., к.т.н., доцент, інженер відділення КЗ ІОЦ
Бурбело С.М., к.т.н., начальник відділення ПІЗ ІОЦ
Житомирський військовий інститут імені С.П. Корольова

АВТОМАТИЗАЦІЯ МЕТОДОЛОГІЇ РІВНОВАЖНОГО БАЛАНСУВАННЯ У РОЗРАХУНКАХ УСТАЛЕНОГО РЕЖИМУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Актуальність сучасних засобів розрахункових процесів в енергетичних системах зростає у зв'язку з повсюдним запровадженням нових обчислювальних алгоритмів та сучасних методів, які дозволяють підвищити ефективність та точність розрахунків. В [1] нами було запропоновано використання нового методу рівноважного балансування для розрахунку усталеного режиму електричної мережі, який на відміну від існуючого традиційного підходу [2], дозволяє виконати розрахунок без вибору балансуючого вузла, у цьому разі наявний небаланс розподіляється рівномірно між усіма вузлами схеми.

Узагальнене рівняння стану відповідно до запропонованої методології набуде вигляду:

$$\begin{bmatrix} Ms \\ N*Zs \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} I \\ Ig \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J \\ N \cdot Es \end{bmatrix},$$

де Ms та $Zs = diag(\{Z;1\})$ – доповнені за пропонованою методологією матриці інцидентності та матриця опорів віток:

$$Ms = \{M;1\} = \begin{pmatrix} M_{11} & \dots & M_{1m} & 1 \\ M_{21} & \dots & M_{2m} & 1 \\ \dots & \dots & \dots & 1 \\ M_{n1} & \dots & M_{nm} & 1 \end{pmatrix}, \; Zs = diag \begin{pmatrix} Z_1 \\ \dots \\ Zm \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Z_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & Z_m & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

Ig – значення балансуючого струму, що дорівнює нулю при відсутності небалансу спожитої та генерованої потужності.

Розраховані за даною методологією значення струмів у вітках дорівнюють середньому арифметичному значенню струмів I_k, $k = \overline{1,n}$, визначених за класичним методом розрахунку з різними балансуючими вузлами [3]: $Is = \sum_{k=1}^{n} I_k \Big/ n$.

Модель розрахунку усталеного режиму за методологією рівноважного балансування проілюстрована на рис. 1 включає в себе функції та підпрограми мовою Python, а також бібліотеки numpy.

Рис. 1. Модель розрахунку усталеного режиму

На відміну від класичних підходів дана модель включає доповнення матриць інцидентності, діагональних матриць опорів та коефіцієнтів рівняння, а також розрахунок доповненого вектору струмів у вітках.

Висновок: в роботі розроблено засоби автоматизації методології рівноважного балансування для розрахунків усталеного режиму електричної мережі в програмному середовищі Python.

Список використаних джерел:

1. Бевз С. В., Бурбело С.М., Войтко В.В. Метод рівноважного балансування та автоматизація розрахунків усталеного режиму електричної мережі. Збірник наукових праць НУК. 2020. № 4 (482). С. 36-44. DOI: https://doi.org/10.15589/znp2020.4(482).5.

2. Кириленко О.В., Сегеда М.С., Буткевич О.Ф. Математичне моделювання в електроенергетиці : Підручник. Львів : НУ «Львівська політехніка», 2010, 608 с.

3. Бурбело М. Й., Бевз С. В., Кравець О. М. Математичні задачі електроенергетики : практикум. Вінниця : ВНТУ, 2021, 127 с.