

АЛГОРИТМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ НЕЯВНЫМИ МЕТОДАМИ

Веприк Ю. Н., Ганус О. А.

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Современный этап развития вычислительной техники характеризуется тем, что задачи исследования режимов работы электрических систем решаются с помощью использования средств математического моделирования и ЭВМ, что обеспечивает возможность решать более широкий круг задач и с более высокой точностью. Компьютерные методы исследования переходных процессов в электрических системах основаны на составлении систем дифференциальных уравнений и их решении методами численного интегрирования. Уравнения переходных процессов в любом из элементов электрической системы можно представить в виде:

$$[L]_j^F \frac{d}{dt} [i]_j^F + [R]_j^F [i]_j^F = [\Delta u]_j^F \quad (1)$$

где $[R]$, $[L]$ – матрицы параметров соответствующих элементов.

Матрицы параметров статических элементов в (1) содержат постоянные величины, элементы матриц вращающихся электрических машин являются периодическими функциями времени.

Для получения дискретной модели любого элемента уравнения (1) в фазных координатах необходимо представить в форме Коши:

$$\frac{d}{dt} [i]_j^F = [L]_{jj}^{F-1} [\Delta u]_j^F - [L]_{jj}^{F-1} [R]_{jj}^F [i]_j^F \quad (2)$$

После применения метода Эйлера-Коши и подстановки выражения для производных из (2), получаем:

$$[i]_j^{(k+1)} = [i]_j^{(k)} + \frac{h}{2} \left([L]_{jj}^{-1} [u]_{jj}^{(k+1)} - [L]_{jj}^{-1} [R]_{jj} [i]_{jj}^{(k+1)} + [L]_{jj}^{-1} [u]_{jj}^{(k)} - [L]_{jj}^{-1} [R]_{jj} [i]_{jj}^{(k)} \right),$$

которые также можно разрешить относительно токов $[i]_j^{(n+1)}$:

$$[i]_j^{(k+1)} = \frac{h}{2} [K]_L^{(-1)} [L]_j^{-1} [u]_j^{(k+1)} + \frac{h}{2} [K]_L^{(-1)} [L]_j^{-1} [u]_j^{(k)} + [K]_L^{(-1)} [i]_j^{(k)} - \frac{h}{2} [K]_L^{(-1)} [L]_j^{-1} [R]_{jj} [i]_j^{(k)}$$

где $[K]_L = [E] + \frac{h}{2} [L]_j^{-1} [R]_{jj}$, а $[E]$ - единичная матрица.

Полученные уравнения можно представить в виде:

$$[i]_j^{(k+1)} = [Y]_j [u]_j^{(k+1)} + [Y]_j [u]_j^{(k)} + [A]_j [i]_j^{(k)} \quad (3)$$

где $[Y]_j$, $[A]_j$ – матрицы, определяемые параметрами элементов.

Представленный алгоритм является достаточно общим, так как уравнения всех основных элементов электрической системы – линий различного конструктивного исполнения, силовых трансформаторов, синхронных генераторов, синхронных и асинхронных электродвигателей могут быть представлены в единой унифицированной форме (3).