УДК 621.316.925

С.В.ДИКАНЬ, канд. техн. наук
НПО "Харьковтеплоэнерго"
В.П.АБРАИМОВА
Харьковский национальный университет

К ВОПРОСУ АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ АППРОКСИМАЦИИ НЕЛИНЕЙНЫХ ФУНКЦИЙ

Приведены зависимости для алгебраической аппроксимации нелинейных функций с одной независимой переменной.

Алгебраическая аппроксимация нелинейных функций полиномами используется при решении следующих задач:

- решение в аналитическом виде трансцендентных уравнений;
- представление в обобщенной аналитической форме таблиц и графиков;
- представление в виде полиномов многофакторных расчетных и экспериментальных зависимостей.

Решение таких задач связано с выбором типа аппроксимирующего полинома (степенного, экспоненциального, тригонометрического и др.) и определением коэффициентов аппроксимации (постоянных, входящих в состав полинома). Определение коэффициентов аппроксимации зависит от условий ее точности, которые конкретизируются с помощью критериев аппроксимации (приближения).

При анализе электрических аппаратов наиболее рационально применять критерий точечного приближения, согласно которому аппроксимирующая функция $y_{an}(x)$ должна совпадать с аппроксимируемой $y(x)$ в ряде выбранных точек. При этом требования к характеру $y_{an}(x)$ в интервалах между выбранными точками не предъявляются [1, 2].

При решении в аналитическом виде трансцендентных уравнений с одной переменной наиболее часто применяют разложение тригонометрических и экспоненциальных функций в степенные ряды (ограничиваясь для упрощения первыми членами ряда) и аппроксимацию трансцендентного уравнения степенным полиномом:

$$y_{an} = a_o + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_n x^n .$$

Линейные (или близкие к ним) функции $y = f(x)$ аппроксимируют при $x \geq x_o \geq 0$ линейным полиномом вида

$$y_{an} = y_o + \nu(x - x_o) ,$$

где y_o – значение функции y при $x = x_o$; ν – скорость изменения аппроксимируемой функции при $x = x_o$ ($\nu > 0$, $\nu < 0$ – соответственно при нарастающей и спадающей функции).

Часто встречающейся задачей анализа электрических аппаратов является решение трансцендентного уравнения $Y(t) = 0$, представляющего собой (в пределах решения) монотонно убывающую функцию. Целью решения является определение искомого времени $t_{иск}$ спада до нуля функции Y. Алгоритм решения в аналитическом виде такой задачи следующий [2]:

- приводят функцию к безразмерному виду записи, введя преобразование $y(t) = Y(t)/Y(0)$ (где $Y(0)$ – значение размерной функции при $t = 0$);

- аппроксимируют полученное безразмерное трансцендентное уравнение $y(t)$ квадратным полиномом

$$y_{an} = 1 - a_1 t - a_2 t^2, \qquad (1)$$

в котором коэффициенты a_1 и a_2 выбирают из условия точечного приближения полинома y_{an} к функции y – их совпадения в точках $t = t_1$, $t = t_2$

$$a_1 = \frac{1}{t_2 - t_1}\left[(1 - y_1)\frac{t_2}{t_1} - (1 - y_2)\frac{t_1}{t_2}\right],$$

$$a_2 = \frac{1}{t_2 - t_1}\left[(1 - y_2)\frac{1}{t_2} - (1 - y_1)\frac{1}{t_1}\right],$$

где y_1 и y_2 – значения аппроксимируемой функции в точках $t = t_1$, $t = t_2$ соответственно с учетом $t_2 > t_1$;

- из решения уравнения (1) для случая $y_{an} = 0$ находят время $t_{иск}$ по формуле

$$t_{иск} = \frac{1}{2a_2}\left(-a_1 + \sqrt{a_1^2 + 4a_2}\right).$$

Этот же алгоритм используют при определении длительности монотонного нарастания функции $Z(t)$, обладающей экстремумом, до своего амплитудного значения. Для этого предварительно находят зависимость скорости нарастания такой функции $Y(t)=\frac{dZ}{dt}$, а затем по указанному выше алгоритму производят расчет времени ее спада до нуля.

Если же функция более сложная – имеет несколько независимых переменных, то она аппроксимируется полиномами, полученными математическими методами планирования многофакторного эксперимента (в том числе расчетного с ЭВМ) [3].

1.Заездный А.М. Основы расчетов нелинейных и параметрических радиотехнических цепей. – М.: Связь, 1973. – 448 с.

2.Дикань С.В., Намитоков К.К. Аппараты систем бесперебойного электроснабжения. – К.: Техніка, 1989. – 174 с.

3.Зедгенидзе И.Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем. – М.: Наука, 1976. – 390 с.

Получено 05.05.2000

УДК 629.11.012.55

А.Н.ЛАРИН, канд. техн. наук
Харьковский институт пожарной безопасности МВД Украины

МОДЕЛЬ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ШИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ МНОГОСЛОЙНОЙ АНИЗОТРОПНОЙ ОБОЛОЧКИ

Приводятся математические зависимости для определения деформаций в элементах шины на основе теории многослойных анизотропных оболочек. Определяются напряжения в слоях шины. Предлагается вариант задания граничных условий. Описано применение метода локальных вариаций для решения полученных уравнений.

Основой предлагаемой расчетной математической модели является модель, приведенная в [1]. Основные формулы для упругих характеристик многослойного пакета определяем с учетом гипотезы Киргофа-Лява для всего пакета, связывающей усилия и моменты с деформациями координатной поверхности оболочки [2, 3, 4]. В соответствии с принятыми допущениями выражение полной энергии геометрически слоистой нелинейной оболочки при действии внутреннего давления и обжатия на плоскость имеет вид

$$Э=\frac{1}{2}\iint\Big[B_{11}e_{11}^2+B_{12}e_{12}^2+B_{22}e_{22}^2+2B_{22}\mu_1 e_{11}e_{22}+D_{12}\chi_{12}^2+$$
$$+D_{22}\chi_{22}^2+2D_{22}\nu_1\chi_{11}\chi_{22}+C_1(\varphi_1-\lambda_1)^2+C_2(\varphi_2-\lambda_2)^2+$$
$$+2e_{11}(\Omega_{11}\chi_{11}+\Omega_{00}\chi_{22})+2e_{12}\Omega_{12}\chi_{12}+2e_{22}\ (\Omega_{00}\chi_{11}+$$