Литература

I. Шульман З.П., Берковский Б.М. Пограничный слой неньютоновских жидкостей, Минск, "Наука и техника", 1966.

2. Na T.Y., Sidhom M.M., On Stokes' problems for laminar viscoelastic fluids, J. Appl. Mech., Trans ASME, 1967, E34, N4,

русский перевод: На, Сидом. О задачах Стокса в линейных вязкоупругих жидкостях, Прикладная механика, 1967, E34, № 4.

3. Tables of the Bessel functions $J_0(z)$ and $J_1(z)$ for complex arguments, New York, 1947;

русский перевод: Таблицы функций Бесселя $J_0(z)$ и $J_1(z)$ в комплексной области, М., ВЦ АН СССР, 1963.

4. Tables of the Bessel funktions $Y_0(z)$ and $Y_1(z)$ for complex arguments, New York, 1950,

русский перевод: Таблицы функций Бесселя $Y_0(z)$ и $Y_1(z)$ в комплексной области, М., ВЦ АН СССР, 1963.

5. Леонов А.И., О нестационарном движении несжимаемой максвелловской жидкости в зазоре между неограниченными параллельными плоскостями. Известия АН СССР, ОТН, Механика и машиностроение, 1961, № 3.

Т.А. БОЙКОВА

МЕТОД ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ ФУНКЦИЙ ХААРА ДЛЯ АНАЛИЗА МНОГОМЕРНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Пусть имеется многомерная система автоматического управления, которая описывается системой дифференциальных уравнений, записанных в матричной форме:

$$\bar{a}(p)\bar{x} = \bar{b}(p)\bar{y} + \bar{d}(p)\bar{f}$$

$$\bar{a}(p) = \|a_{ij}(p)\|_{n\times n}, \quad \bar{b}(p) = \|b_{ij}(p)\|_{n\times m},$$

$$\bar{d}(p) = \|d_{ij}(p)\|_{n\times r}$$

$\bar{x}=[x_1, x_2, \dots, x_q, \dots, x_n]$ - матрица регулируемой величины,

$\bar{y}=[y_1, y_2, \dots, y_\kappa, \dots, y_m]$ - матрица управляющего воздействия,

$\bar{f}=[f_1, f_2, \dots, f_q, \dots, f_\tau]$ - матрица внешнего возмущения.

Проведем анализ данной многомерной системы автоматического управления, то есть определим матрицу некоторой регулируемой величины, используя ортогональный метод моментов.

Допустим, что элементы матрицы регулируемой величины удовлетворяют условию

$$\int_0^\infty |x_q|^2 \delta(t) dt < \infty,$$

где $\delta(t)$ - неотрицательная функция веса ортонормированной системы функций Хаара.

Матрицу искомой регулируемой величины найдем в виде:

$$\bar{K}=\sum_{i=0}^{n} \bar{C}_i \bar{\Phi} \tag{2}$$

$\bar{C}_i=[C_{1i}, C_{2i}, \dots, C_{\nu i}]$ - матрица ортогональных спектральных характеристик (ОСХ),

$\bar{\Phi}=[\chi_0(t), \chi_1(t), \dots, \chi_\nu(t)]$ - матрица системы функций Хаара.

Для определения ОСХ представим функцию e^{-pt} в виде ряда Фурье-Хаара

$$e^{-pt}=\sum_{\eta=0}^{\nu} \Lambda_\eta(p) \chi_\eta(t) \tag{3}$$

$$\Lambda_\eta(p)=\int_0^\infty e^{-pt} \delta(t) \chi_\eta(t) dt. \tag{4}$$

Уравнение (4) справедливо для любого p, удовлетворяющего условию $Re\, p \geqslant 0$. Тогда, учитывая (1) и (3), получим:

$$X_q(p)=\int_0^\infty e^{-pt} x_q(t) \delta(t) dt=\sum_{\eta=0}^{\nu} C_{\eta q} \Lambda_\eta(p), \tag{5}$$

где $X(p)$ - изображение по Лапласу элемента матрицы регулируемой величины $x(t)$.

Переводя систему дифференциальных уравнений (1) в область комплексного переменного p с помощью преобразования Лапласа и используя правило Крамера, определяем матрицу искомой регулируемой величины в комплексной области

$$\bar{X} = [X_1, X_2, \dots, X_q, \dots, X_n],$$

$$X_q = \frac{\Delta_k \, Y_k}{\Delta}, \tag{6}$$

Y_k - изображение по Лапласу управляющего воздействия.

Элементы матрицы моментов регулируемой величины μ_q определяются по элементам матрицы (6)

$$\mu_{qj} = X_q(p) \Big|_{p=0,1,2,\dots} \tag{7}$$

$$\bar{\mu}_j = [\mu_{1j}, \mu_{2j}, \dots, \mu_{\xi j}, \dots], \quad j = 1, 2, \dots, n \tag{8}$$

Подставив (7) в (5), найдем ОСХ для каждого элемента матрицы и получим матрицу ортогональной спектральной характеристики $\bar{C}_i$, по которой, использовав равенство (2), окончательно определяем матрицу искомой регулируемой величины.

Литература

1. Бойков А.Д., Бойкова Т.А.,Обращение преобразования Лапласа с помощью функций Хаара, Труды Ульяновского политехнического института, т.8, Вып.2, Ульяновск, 1972.

2. Бойков А.Д.,Анализ линейных многомерных систем автоматического управления ортогональным методом моментов, В сб."Алгоритмитизация и автоматизация процессов и установок", Вып.1, Куйбышев, 1970.

3. Бойков А.Д., Синицын В.П., Универсальный метод расчета частотных характеристик систем автоматического управления с использованием ЦВМ, В сб."Математическое оснащение АСУ", Куйбышев, 1968.