

Разработка инструментальных средств для решения задачи размещения корней динамической системы в заданной области

Несенчук А.А., Петухов В.С.

Белорусский национальный технический университет

Система представлена семейством характеристических полиномов

$$P = \{p(s)\}, \quad (1)$$

где

$$p(s) = s^n + a_1 s^{n-1} + \dots + a_{n-1} s + a_n, \quad (2)$$

a_j - некоторые коэффициенты (параметры) системы, $s = \sigma + i\omega$.

Выделим свободный параметр K :

$$b_0 s^n + b_1 s^{n-1} + \dots + b_{n-1} s + b_n + K(c_0 s^n + c_1 s^{n-1} + \dots + c_{n-1} s + c_n) = 0, \quad (3)$$

где $-\infty < K < +\infty$.

На основании выражения (3) формируется уравнение корневого годографа Теодорчика-Эванса (КГТЭ) [1]. Это уравнение, выраженное через базовые полиномы $E_n(\sigma, \omega)$, $P_n(\sigma, \omega)$, $F_n(\sigma, \omega)$, $R_n(\sigma, \omega)$ [1], имеет следующий вид:

$$E_n(\sigma, \omega)P_n(\sigma, \omega) - F_n(\sigma, \omega)R_n(\sigma, \omega) = 0. \quad (4)$$

На основании выражений (1) – (4) разработано приложение, реализующее графо-аналитический метод размещения корней системы в заданной области. Приложение обеспечивает формирование уравнений и графическое построение корневых годографов КГТЭ (4), полей корневых траекторий КГТЭ [2], отображение интервалов изменения параметра годографа.

Программа разработана в среде MS Visual 2008 C++ Express Edition. На вход программы подается характеристическое уравнение или передаточная функция динамической системы, минимальные и максимальные значения параметра поля и параметра годографа. На выходе, в зависимости от действий пользователя, может быть: один КГТЭ, поле КГТЭ, значение свободного параметра, область качества или же комбинации этих элементов по желанию пользователя. Движение корней при изменении варьируемых параметров показано в динамике. Это позволяет исследовать влияние варьируемых параметров на корни системы, и определить такие параметры, при которых система сохраняет устойчивость и заданное качество.

Литература

1. Римский, Г.В., Таборовец, В.В. Автоматизация исследований динамических систем. Минск: Наука и техника, 1978.
2. Несенчук, А.А. Анализ и синтез робастных динамических систем на основе корневого подхода. Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2005.