

М. В. Кулагина, Е. А. Ружицкая

(ГГУ им. Ф. Скорины, Гомель)

## ПОСТРОЕНИЕ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ЗАДАННУЮ СТЕПЕНЬ УСТОЙЧИВОСТИ ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА

Рассмотрена динамическая система с управлением, поведение которой при  $t \geq 0$  описывается уравнением

$$\dot{x} = Ax + bu, \quad (1)$$

( $x, b \in R^n, u \in R, A \in R^{n \times n}, \text{rank}(b, Ab, \dots, A^{n-1}b) = n$ ), где  $x = x(t)$  –  $n$ -вектор состояния системы в момент времени  $t, u = u(t)$  – значение скалярного управления.

Пусть  $y = Hx, H \in R^{m \times n}$  –  $m$ -вектор выходных сигналов. Введём множества  $Y(t) = \{y \in R^m : g_*(t) \leq y \leq g^*(t)\}$ , где  $g_*(t), g^*(t), -\infty < g_*(t) \leq g^*(t) < \infty, t \geq 0$ , – заданные непрерывные  $m$ -вектор-функции.

Пусть  $G \subset R^n$  – ограниченная окрестность состояния равновесия  $x = 0$  системы (1),  $u = 0$ .

При фиксированных числах  $h > 0, L > 0$  функцию

$$u_s(t, x), \quad s \in [0, h], t \geq 0, x \in G, \quad (2)$$

назовём ограниченной стабилизирующей обратной связью с заданной степенью устойчивости системы (1) в области  $G$ , если:

- 1)  $u_s(t, 0) = 0, s \in [0, h], t \geq 0$ ;
- 2)  $|u_s(t, x)| \leq L, x \in G, s \in [0, h], t \geq 0$ ;
- 3) траектория замкнутой системы

$$\dot{x} = Ax + bu_s(t, x), x(0) = x_0, x_0 \in G \quad (3)$$

является непрерывным решением уравнения  $\dot{x} = Ax + bu(t), x(0) = x_0$  при

$u(t) = u_s(kh, x(kh)), s \in [0, h], t \in [kh, (k+1)h], k = 0, 1, \dots$ ;

- 4) система (3) асимптотически устойчива в  $G$ ;

5) выходной сигнал  $y(t), t \geq 0$  системы (3) содержится во множестве  $Y(t), t \geq 0$ , где  $g_*(t) = -a \exp(-\alpha t), g^*(t) = a \exp(-\alpha t), \alpha > 0$ . Число  $\alpha > 0$  называется степенью устойчивости переходного процесса.

Изучен и реализован алгоритм построения стабилизирующей обратной связи с заданной степенью устойчивости для одной динамической системы четвертого порядка. Для построения стабилизирующей обратной связи используется вспомогательная задача оптимального управления.

Разработано приложение в среде визуального проектирования Delphi 7.0, позволяющее вычислять значения обратной связи и представлять результаты решения задачи в виде графиков.