УДК 62-50:007:62.529

СИНТЕЗ ЗАКОНА УПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ С ЗАДАННОЙ НЕПРЕРЫВНОЙ ТРАЕКТОРИЕЙ ДВИЖЕНИЯ

Васильева Е.И., Королева Ю.В.
Научный руководитель – к.т.н., доцент Шидловский В.И.
ФГОУ ВПО «Академия гражданской авиации»

При управлении динамическими объектами с использовании микропроцессорных устройств возникает задача синтеза цифровых законов управления. Практический интерес представляют цифровые алгоритмы, полученные дискретизацией аналоговых законов.

Пусть объект управления описывается линейной системой дифференциальных уравнений

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) \,, \qquad (1)$$

где $x \in R^n$ — вектор фазовых координат; $u \in R^m$ — вектор управления ($m \leq n$); $A \in R^{n \times n}$, $B \in R^{n \times m}$ — постоянные матрицы.

Цифровой регулятор с экстраполятором нулевого порядка на интервале времени $kT \leq t < (kT+1)T$, $k=0, 1, 2, \ldots$ формирует вектор управления $u_ц(t)$ в виде:

$$u_ц(kT) = -G(T)x_ц(kT) \,, \qquad (2)$$

где $G(T) \in R^{m \times n}$ — матрица обратной связи, T — период дискретности, $u_ц(kT) \in R^m$ —вектор управления, вырабатываемый вычислителем цифровой системы в моменты времени $t=kT$, $k=0, 1, 2, \ldots$, $uц(kT)=const$.
Рассматривается задача построения такого цифрового управления $uц(kT)$, при котором движение системы (1), (2) из произвольного начального состояния $x0$ осуществляется по заданной траектории, определяемой вектором состояния объекта (1), когда он управляется непрерывным регулятором

$$u_н(t)=-Gx_н(t) \,, \qquad (3)$$

$G \in R^{m \times n}$ — матрица обратной связи, при которой система (1), (3) обладает заданными качественными показателями. Индексы при векторах $x(t)$ и $u(t)$ в (2), (3) указывают на вид регулятора: «ц» — цифровой, «н» — непрерывный.

Добиться точного совпадения траектории цифровой системы (1), (2) с заданной траекторией, определяемой уравнениями (1), (3), в каждый момент времени невозможно, поэтому решалась задача нахождения таких параметров закона управления (2), который обеспечивает приближение траектории цифровой системы к заданной. Показано, что вектор состояния цифровой системы $x_ц(t)$ следует измерять в моменты времени $t=kT$, $k=0, 1, 2, \ldots$, а вектор управления $u_ц(t)$ на интервале времени $kT \leq t < (k+1)T$ необходимо вырабатывать с периодом дискретности $T_0 < T$ ($T_0=T/l$, $l \in N$):

$$u(kT + iT_0) = -G_i(T_0)x(kT) \,, \; i = \overline{0, l-1} \,, \qquad (4)$$

где

$$G_i(T_0) = \frac{G}{2}[I_n + \Phi(T_0)]\Phi(iT_0) \,, \; i = \overline{0, l-1} \,,$$

$$\Phi(T_0) = e^{(A-BG)T_0} \,, \; \Phi(iT_0) = e^{(A-BG)iT_0} \,.$$

Моделирование переходного процесса цифровой системы с законом управления (4) показало, что такая цифровая система более точно воспроизводит заданную траекторию, чем цифровые системы, алгоритмы которых получены с помощью других подходов.