

РАСЧЕТ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ МНОГОСВЯЗНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ ПРИ ИЗБИРАТЕЛЬНОМ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ ЗЕРНА

Волынская Е.Л., Подолян С.В.

Могилевский государственный университет продовольствия
г. Могилев, Республика Беларусь

Моделирование и расчет современных систем управления – сложная и трудоемкая задача, которая на современном этапе развития науки требует внедрения методов теории оптимального управления, а также использования средств вычислительной техники.

Математическая модель объекта с запаздыванием имеет вид

$$\frac{d\vec{x}(t)}{dt} = A_0\vec{x}(t) + A_1\vec{x}(t - \tau) + \vec{u}(t), \quad (1)$$

где A_0, A_1 – матрицы коэффициентов; $\vec{x}(t)$ – вектор фазовых координат размерности n ; τ – запаздывание; $\vec{u}(t)$ – вектор управления размерности m .

Начальные условия

$$x(t) = \varphi(t), -\tau \leq t \leq 0. \quad (2)$$

Необходимо синтезировать оптимальную систему управления, определить воздействие $\vec{u}(t)$, минимизирующее функционал качества

$$J = \int_0^{\infty} [x^T B x + (\Gamma x)^T K (\Gamma x) + \vec{u}^T K^{-1} \vec{u}] dt, \quad (3)$$

где B – $n \times n$ положительно определенная матрица задаваемых коэффициентов функционала; K – диагональная матрица коэффициентов усиления каналов управления; Γ – симметричная матрица коэффициентов оптимальных управлений.

Для получения оптимального управления моделируем запаздывание при помощи вспомогательных уравнений и, аппроксимируя частные производные конечными разностными формами, сводим исходную задачу к задаче без запаздывания, но большей размерности. Теперь можно к полученным уравнениям применить известные результаты теории оптимального управления системами без запаздывания и получить искомый вектор управления.

При этом необходимо решить довольно сложную задачу определения оптимального управления Γ из матричного уравнения

$$\hat{A}^T \Gamma + \Gamma \hat{A} = \hat{B}, \quad (4)$$

где \hat{A}, \hat{B} – матрицы, полученные из A_0, A_1 и B в результате преобразований.

Для решения этого уравнения предлагается итеративный алгоритм, использующий сведение матрицы A к верхней S -форме.

Управлением $\vec{u}(t)$ замыкаем систему (1) и полученную модель системы управления исследуем при различных возмущающих воздействиях по состоянию и управлению.

Программа моделирования систем, реализующая предложенный алгоритм, определяет максимальное значение векторов управления, время стабилизации переходного процесса, максимальное отклонение от нулевого значения.