

УДК 517.935.2

© В. П. Кузнецов

vl_kuzn@mail.ru

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ СИСТЕМ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

Ключевые слова: дифференциальные уравнения, запаздывание, интегральный квадратичный функционал, оптимальный регулятор, математическое моделирование, численные методы.

Abstract. Integral quadratic functional construction allowing to calculate many dynamic systems parameters for investigating different mathematical and engineering problems which expressed by differential equations with deviation arguments is built. Method of construction optimal regulator for this kind of system is developed.

Разработан метод моделирования линейных регуляторов систем с запаздыванием по времени, описываемых уравнением

$$\frac{d^n x(t)}{dt^n} + \sum_{k=0}^{n-1} c_k \frac{d^k x(t)}{dt^k} + \sum_{k=0}^{n-1} d_k \frac{d^k x(t-\tau)}{dt^k} + \xi(t) = 0,$$

где c_k, d_k — постоянные, τ — запаздывание, с начальными условиями

$$x^{(k)}(\theta) = \begin{cases} 0 & \text{при } \theta \in [-\tau, 0), \\ 1 & \text{при } \theta = 0, \end{cases}$$

где $k = 0, \dots, n-1$.

Регулятор $\xi(t)$ описывается линейной моделью

$$\xi(t) = \sum_{k=0}^{n-1} p_k \frac{d^k x(t)}{dt^k} + \sum_{k=0}^{n-1} q_k \frac{d^k x(t-\tau)}{dt^k}, \quad (1)$$

где p_k, q_k — константы. В математические модели технических устройств (рассматриваются жидкостный реактивный двигатель и автоматическая система регулирования температуры дизелей тепловозов) введен дополнительно критерий качества переходного процесса $I = \int_0^{\infty} x^2(t) dt$ [1]. Выведено аналитическое выражение для этого критерия и на его основе построена информационная технология моделирования регуляторов.

Она включает следующие этапы:

1) выбор множества возможных для данной системы типов регуляторов;

2) вычисление критерия качества на основе критерия I в области асимптотической устойчивости;

3) анализ множества значений критерия и выбор конкретного регулятора.

По этой технологии конструируются регуляторы вида (1) для приведенных технологических систем. Частный случай был ранее рассмотрен в [2].

* * *

1. Кузнецов В. П. Оптимизация линейных управлений для систем с запаздыванием по времени // Современные методы в теории краевых задач. Понtryгинские чтения-ХПЕ. Тезисы докладов. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2001. С. 97–98.
2. Кузнецов В. П. Интегральная квадратичная оптимизация системы автоматического регулирования дизелей тепловозов // Транспорт: наука, техника, управление. М.: ВИНТИ, 2001. Т. 9. С. 22–23.