

И. В. Лутошкин, А. И. Девиен (Ульяновск, УлГУ). **Применение метода параметризации для моделирования управляемых систем с переменным запаздыванием.**

Рассматривается задача минимизации функционала $g(x(T))$ при условиях: $\dot{x} = f(x(t), x(t-h(t)), u(t))$, $u(t) \in U$, $t_0 \leq t \leq T$, $x(t) = \psi(t)$, $t_0 - h(t) \leq t \leq t_0$, $h(t) < 1$. Здесь $x \in \mathbf{R}^n$, $U \subset \mathbf{R}^r$, $f, g \in C^1$. Время окончания $T \leq T^*$. Решение $u(t)$ поставленной оптимизационной задачи считается кусочно непрерывным или непрерывным.

Метод [1] параметризации задач ОУ заключается во введении произвольного разбиения $t_0 < t_1 < \dots < t_N = T$ и последующем закреплении структуры управления: $\bar{u}_\mu^N(t) = u_\mu^k(t; v_\mu^k)$, $t_{k-1} \leq t < t_k$, $k = 1, 2, \dots, N$, $\mu = 1, 2, \dots, r$. Фазовая траектория определяется параметрами $\{w^k = (t_k, v^k)\}$, принимающими значения в множестве $\{(w^1, w^2, \dots, w^N) : w_0^{k-1} \leq w_0^k, v^k \in V^k, 1 \leq k \leq N, w_0^N \leq T^*\}$.

Введем функцию $\varphi(w^1, w^2, \dots, w^N) = g(x(T; w^1, w^2, \dots, w^{N-1}, w^N))$. В этих терминах исходная задача принимает форму задачи нелинейного программирования (Н-П).

В [1, 2] была решена проблема построения первых и вторых производных $\partial\varphi(w^1, w^2, \dots, w^N)/\partial w_i^k$, $\partial^2\varphi(w^1, w^2, \dots, w^N)/\partial w_i^k \partial w_j^s$ с использованием сопряженных систем для случая с $h(t) \equiv 0$. В [3] были получены первые производные $\partial\varphi(w^1, w^2, \dots, w^N)/\partial w_i^k$ для систем с постоянным запаздыванием.

Здесь предлагается развитие метода параметризации на системы с переменным запаздыванием. В частности, удалось получить алгоритм вычисления первых производных на основе сопряженных систем с переменным запаздыванием, численные эксперименты подтвердили эффективность применяемого подхода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбунов В.К. Метод параметризации задач оптимального управления. — Журнал вычислит. матем. и матем. физики, 1979, т. 19, № 2, с. 292–303.
2. Горбунов В. К., Лутошкин И. В. Развитие и опыт применения метода параметризации в вырожденных задачах динамической оптимизации. — Изв. РАН, сер. Теория и системы управления, 2004, № 5, с. 725–742.
3. Лутошкин И. В., Тонких А. И. Метод параметризации для моделирования управляемых систем с точечным запаздыванием. — Автоматизация процессов управления, 2010, № 4 (22), с. 21–25.