

МОДАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫМИ СИСТЕМАМИ НЕЙТРАЛЬНОГО ТИПА СО МНОГИМИ ЗАПАЗДЫВАНИЯМИ

В.Е. Хартовский, А.Т. Павловская

Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, Гродно, Беларусь
hartovskij@grsu.by, pavlovskay_at@grsu.by

В докладе представлены результаты исследования проблемы модальной управляемости линейными автономными системами нейтрального типа посредством дифференциально-разностных регуляторов постоянной и динамической структур. Исследуется система вида

$$\dot{x}(t) - \sum_{i=1}^m D_i \dot{x}(t - ih) = \sum_{i=0}^m A_i x(t - ih) + \sum_{i=0}^m B_i u(t - ih), \quad t \geq 0, \quad (1)$$

где x — n -вектор-столбец решения уравнения (1), u — r -вектор-столбец кусочно-непрерывного управления, $0 < h$ — постоянное запаздывание, $D_i \in \mathbb{R}^{n \times n}$, $A_i \in \mathbb{R}^{n \times n}$, $B_i \in \mathbb{R}^{n \times r}$ — постоянные матрицы соответствующих размеров.

В случае системы (1) ее решение абсолютно-непрерывная функция. Поэтому для управления системой (1) предлагается использовать два класса регуляторов: регуляторы постоянной структуры

$$u(t) = \sum_{i=1}^s T_i \dot{x}(t - ih) + \sum_{i=0}^s R_i x(t - ih), \quad t \geq t_0 = (s - m)h, \quad (2)$$

и регуляторы динамической структуры

$$u(t) = \sum_{i=1}^s M_i \dot{x}(t - ih) + \sum_{i=0}^s N_i x(t - ih) + P\psi(t), \quad t \geq t_0,$$

$$\psi(t) = S\psi(t - h) + \sum_{i=1}^s \widehat{M}_i \dot{x}(t - ih) + \sum_{i=0}^s \widehat{N}_i x(t - ih), \quad t \geq t_0, \quad \psi(t) \equiv 0, \quad t < t_0, \quad (3)$$

где s — некоторое натуральное число, $T_i \in \mathbb{R}^{r \times n}$, $R_i \in \mathbb{R}^{r \times n}$, $M_i \in \mathbb{R}^{r \times n}$, $N_i \in \mathbb{R}^{r \times n}$, $\widehat{M}_i \in \mathbb{R}^{r_1 \times n}$, $\widehat{N}_i \in \mathbb{R}^{r_1 \times n}$, $P \in \mathbb{R}^{r \times r_1}$, $S \in \mathbb{R}^{r_1 \times r_1}$. Под задачей модальной управляемости в классе регуляторов (2) ((3)) понимается задача построения регулятора вида (2) (вида (3)), обеспечивающего замкнутой системе наперед заданный характеристический квазиполином $\Delta(\lambda) = \sum_{i=0}^n \lambda^i r_i(e^{-\lambda h})$, где $r_i(z) = \sum_{j=0}^{s_1} r_{i,j} z^j$, $i = \overline{0, n}$, $r_n(0) = 1$. Уточним, что, невзирая на меняющуюся структуру входного воздействия в случае регулятора (3), замкнутая система будет иметь постоянную структуру. В работе получены необходимые и достаточные условия (не совпадающие между собой) разрешимости задачи модальной управляемости в классах регуляторов (2) и (3). Отличительной чертой регулятора (3) является возможность его реализации в случае нарушения условия $\text{rank}[W(\lambda), B(e^{-\lambda h})] = n \quad \forall \lambda \in \mathbb{C}$, где \mathbb{C} — множество комплексных чисел, $W(\lambda) = \lambda(E_n - D(e^{-\lambda h})) - A(e^{-\lambda h})$, $D(z) = \sum_{i=1}^m D_i z^i$, $A(z) = \sum_{i=0}^m A_i z^i$, $B(z) = \sum_{i=0}^m B_i z^i$, что достаточно существенно расширяет спектр его использования.

Далее в докладе рассматривается вопрос обобщения указанных результатов на системы нейтрального типа с непрерывным (в общем случае не дифференцируемым) решением.