УДК 517.977

А. А. Якименко, канд. физ.-мат. наук, доц. (БГТУ, г. Минск)

К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОМ УСЛОВИИ МОДАЛЬНОЙ УПРАВЛЯЕМОСТИ СИСТЕМ НЕЙТРАЛЬНОГО ТИПА

Рассмотрим четырехмерную линейную систему нейтрального типа

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1(t) \\ \dot{x}_2(t) \\ \dot{x}_3(t) \\ \dot{x}_4(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{111} & a_{112} & a_{113} & a_{114} \\ a_{121} & a_{122} & a_{123} & a_{124} \\ a_{131} & a_{132} & a_{133} & a_{134} \\ a_{141} & a_{142} & a_{143} & a_{144} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ x_3(t) \\ x_4(t) \end{bmatrix} +$$

$$+\begin{bmatrix} a_{211} & a_{212} & a_{213} & a_{214} \\ a_{221} & a_{222} & a_{223} & a_{224} \\ a_{231} & a_{232} & a_{233} & a_{234} \\ a_{241} & a_{242} & a_{243} & a_{244} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(t-h) \\ x_2(t-h) \\ x_3(t-h) \\ x_4(t-h) \end{bmatrix} + \tag{1}$$

$$+\begin{bmatrix} a_{311} & a_{312} & a_{313} & a_{314} \\ a_{321} & a_{322} & a_{323} & a_{324} \\ a_{331} & a_{332} & a_{333} & a_{334} \\ a_{341} & a_{342} & a_{343} & a_{344} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{x}_1(t-h) \\ \dot{x}_2(t-h) \\ \dot{x}_3(t-h) \\ \dot{x}_4(t-h) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u(t).$$

Характеристический квазиполином системы (1) с нулевым управлением имеет вид

$$\sum_{i=0}^{4}\sum_{j=0}^{4}\alpha_{ij}\lambda^i e^{-j\lambda h}, \tag{2}$$

где $\alpha_{ij} \in \mathbb{R}$ – числа, зависящие от коэффициентов системы (1), $\alpha_{40} = 1$. Задача модального управления состоит в том, чтобы для любых наперед заданных чисел β_{ij}, $i = 1, 2, 3, 4$, $j = 1, 2, 3, 4$, $\beta_{40} = 1$ найти такой линейный регулятор, что система (1), замкнутая этим регулятором, имеет характеристический квазиполином вида

$$\sum_{i=0}^{4}\sum_{j=0}^{4}\beta_{ij}\lambda^i e^{-j\lambda h}.$$

Регулятор будем искать в форме

$$u(t) = q'_{00}x(t) + \sum_{i=0}^{L}\sum_{j=1}^{N} q'_{ij}x^{(i)}(t - jh) + \int_{-h}^{0} q'(s)x(t+s)ds, \quad (3)$$

в частотной области регулятор (3) примет вид

$$U(\lambda) = q'_{00} + \sum_{i=0}^{L}\sum_{j=1}^{M} q'_{ij}\lambda^i e^{-j\lambda h} + G'(\lambda). \quad (4)$$

Если ядро интегральной части регулятора $G'(\lambda) \equiv 0$, то регулятор (4) примет наиболее простой дифференциально-разностный вид. Однако задача модального управления при этом решается лишь в исключительных случаях. Пусть теперь $G'(\lambda) \not\equiv 0$ и имеет вид

$$G'(\lambda) = [g_1 \quad g_2 \quad g_3 \quad g_4],$$

где

$$g_i = \sum_{j=1}^{S} \beta_{ij} \frac{\alpha_j\left(\lambda, e^{-\lambda h}\right)}{(\lambda - \xi)^j}. \quad (5)$$

Справедливо следующее утверждение:

Теорема. Если система (1) модально управляема регулятором вида (3), (4), то число $\xi \in \mathbb{C}$ в (5) является корнем многочлена степени не выше 12, коэффициенты которого однозначно выражаются через коэффициенты системы (1).

УДК 517.977

И. М. Борковская, канд. физ.-мат. наук, доц. (БГТУ, г. Минск)

ОБ УСЛОВИЯХ СТАБИЛИЗИРУЕМОСТИ СКАЛЯРНЫХ ГИБРИДНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-РАЗНОСТНЫХ СИСТЕМ

Одним из важнейших вопросов в качественной теории управления является изучение возможности стабилизации систем. В докладе обсуждаются некоторые результаты исследования стабилизации скалярных гибридных дифференциально-разностных (ГДР) систем с помощью линейных регуляторов, построенных по типу обратной связи. Вводятся простейший регулятор, не выводящий систему за пределы заданного класса, и более общий регулятор с интегральными составляющими типа свертки.

Рассмотрим стационарную скалярную гибридную дифференци-