

УДК 517.977

Т. Б. Копейкина, доц., канд. физ.-мат. наук (БГТУ, г. Минск)

**РОЛЬ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ В РЕШЕНИИ  
ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЯЕМОСТИ РАЗНОТЕМПОВЫХ  
СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЕННЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Хорошо известно, что при решении линейных обыкновенных дифференциальных уравнений (ЛОДУ) с постоянными коэффициентами (как однородных, так и со специальной правой частью) составляется алгебраическое характеристическое уравнение, по виду корней которого легко записывается решение ЛОДУ. Идея замены решений систем дифференциальных уравнений, описывающих задачи качественной теории оптимального управления, решениями алгебраических уравнений реализована профессорами Р. Габасовым и Ф.М. Кирилловой (г. Минск) в 1971 г., где условия управляемости, наблюдаемости, идентифицируемости динамических систем выражены через решения определяющих уравнений. В работах автора эта идея получила дальнейшее развитие при решении проблем управляемости и наблюдаемости как сингулярно возмущенных динамических систем (СВДС), так и более общих разнотемповых СВДС (РСВДС) вида

$$\begin{cases} \dot{x} = A_{11}x + A_{12}y + A_{13}z + B_1u \\ \mu \dot{y} = A_{21}x + A_{22}y + A_{23}z + B_2u \\ \mu \dot{z} = A_{31}x + A_{32}y + A_{33}z + B_3u \end{cases} \quad (1)$$

где  $\mu$  – малый положительный параметр,  $\mu \in ]0, \mu_0[$ ,  $\mu \ll 1$ ,  $\alpha < \beta$ ,  $\alpha, \beta$  – целые положительные числа,  $x \in \mathbb{R}^n$  – вектор медленных переменных,  $y \in \mathbb{R}^m$ ,  $z \in \mathbb{R}^l$  – векторы быстрых переменных с существенно различными скоростями;  $u \in \mathbb{R}^r$  – вектор управляющих воздействий из класса кусочно-непрерывных функций,  $A_{ij}$ ,  $B_j$ ,  $i, j = \overline{3}$  – постоянные матрицы;  $\dot{x}$ ,  $\dot{y}$ ,  $\dot{z}$  – производные соответствующих вектор-функций по времени  $t, t > 0$ .

Для решения различных задач управляемости РСВДС (1) составляется система матричных рекуррентных по двум индексам  $k, i$  алгебраических определяющих уравнений

$$\begin{cases} A_{11}x_k + A_{12}y_k + A_{13}z_k + B_1u_k - \mu x_{k+1} = 0 \\ \mu A_{21}x_k + \mu A_{22}y_k + \mu A_{23}z_k + \mu B_2u_k - \mu y_{k+1} = 0 \\ \mu A_{31}x_k + \mu A_{32}y_k + \mu A_{33}z_k + \mu B_3u_k - \mu z_{k+1} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

задаются начальные условия. Доказаны необходимые и достаточные условия полной,  $x$ -,  $y$ -,  $z$ -управляемости,  $\{xy\}$ -,  $\{xz\}$ -,  $\{yz\}$ -управляемости РСВДС (1), выраженные через решения компонент системы (2).