Формально выражая $\eta_2(\lambda)$ из уравнения (3), получим

$$\eta_2(\lambda)=\frac{\sum_{i=0}^{2}\sum_{j=0}^{2} r'_{ij}\lambda^i e^{-j\lambda h}+\lambda\left(\beta_0+\beta_1 e^{-\lambda h}+\beta_2\lambda e^{-\lambda h}\right)+\left(\gamma_0+\gamma_1 e^{-\lambda h}+\gamma_2\lambda e^{-\lambda h}\right)\eta_1(\lambda)}{\beta_0+\beta_1 e^{-\lambda h}+\beta_2\lambda e^{-\lambda h}-\lambda} \tag{5}$$

Оказывается, что при выполнении условия

$$rank\left[A(\lambda)-\lambda E,b\right]=2,\ \lambda\in\square \tag{6}$$

удаётся подобрать функцию $\eta_1(\lambda)$ вида (4) таким образом, что дробь (5) есть также целая функция вида (4). Регуляторы при этом имеют вид (2). Более того, при невыполнении условия (6) задача модального управления неразрешима.

УДК 62-50

И.К. Асмыкович

(БГТУ, г.Минск)

УНИЧТОЖЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ ВОЗМУЩЕНИЙ В ЛИНЕЙНЫХ ДЕСКРИПТОРНЫХ СИСТЕМАХ С ПОСЛЕДЕЙСТВИЕМ

В качественной теории управления в последние десятилетия большой популярностью пользуются линейные дескрипторные системы [1], т.е. системы, у которых матрица при производной вырождена. Для таких систем изучены постановки и критерии разрешимости задач управляемости и наблюдаемости [1], рассмотрены обобщения основных задач на управление по принципу обратной связи [2], подробно рассмотрена задача уничтожения действия возмущений на выход системы [4,5]. Учет влияния эффектов последействия приводит к изучению дескрипторных систем с запаздыванием [3].

Рассмотрим линейную стационарную непрерывную дескрипторную систему с запаздыванием вида

$$H\dot{x}(t)=Ax(t)+A_1x(t-h)+Bu(t)+Gq(t),\ t\geq 0, \tag{1}$$

с начальными условиями

$$Hx(+0)=Hx_0,\quad A_1x(\nu)=A_1\varphi(\nu),\ \nu\in[-h,0)$$

и выходом

$$y(t)=Cx(t), \tag{2}$$

где $u(t)$ – r-мерный вектор управления, который предполагается достаточно гладким; $q(t)$ – p - мерный вектор возмущений; $y(t)$ – q-мерный вектор выхода, причем матрицы входа, возмущений и выхода имеют полный ранг, т.е.

$$H, A, A_1 \in R^{n\times n}, \quad B \in R^{n\times m}, G \in R^{n\times p}, C \in R^{n\times q}, det\, H = 0, rankB = m,$$
$$rankG = p, rankC = q$$

Систему (1) будем полагать регулярной [3], т.е.

$$det(sH - A - A_1\lambda) \neq 0, \quad s, \lambda \in C. \qquad (3)$$

Рассмотрим замыкание системы (1) разностным регулятором по состоянию

$$u(t) = \sum_{i=0}^{M} Q_i x(t - ih) \qquad (4)$$

или дифференциально-разностным регулятором вида

$$u(t) = F\dot{x}(t) + \sum_{i=0}^{M} Q_i x(t - ih) \qquad (5)$$

Проблема уничтожения действия возмущений на выход состоит в нахождении достаточных условий существования коэффициентов регулятора (4) или (5), таких, чтобы переходная функция по возмущениям замкнутой системы занулялась, т.е.

$$C(sH - (A + A_1 e^{-sh} + \sum_{i=0}^{M} Q_i e^{-sih})^{-1} G = 0$$

для регулятора (4) или

$$C(s(H + BF) - (A + A_1 e^{-sh} + \sum_{i=0}^{M} Q_i e^{-sih})^{-1} G = 0$$

для регулятора (5), причем замкнутая система должна остаться регулярной.

В работе [5] доказано, что существует пара невырожденных ортогональных матриц P, Q, таких, что имеет место равенство

$$P(sE - AQ) = \begin{array}{c} \\ n_1 \\ n_2 \\ n_3 \\ n_4 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} l_1 & \qquad l_2 & \qquad l_3 & \qquad l_4 \end{array} \\ \begin{bmatrix} sE_{11} - A_{11} & sE_{12} - A_{12} & sE_{13} - A_{13} & sE_{14} - A_{14} \\ 0 & sE_{22} - A_{22} & sE_{23} - A_{23} & sE_{24} - A_{24} \\ 0 & 0 & sE_{33} - A_{33} & sE_{34} - A_{34} \\ 0 & 0 & 0 & sE_{44} - A_{44} \end{bmatrix} \end{array}$$

Используя данное преобразование матричной пары, для специальных классов систем с запаздыванием в докладе получены отдельно необходимые и достаточные условия разрешимости проблемы уничтожения действия возмущений на выход системы с помощью регулятора (5). Показано, что использование регулятора (4) значительно усложняет задачу, предложен алгоритм синтеза регулятора (5).

ЛИТЕРАТУРА

1. Асмыкович И.К. Некоторые задачи качественной теории управления для дескрипторных систем (обзор)// Весцi АН Беларусi. Сер. фiз.-мат. навук. – 1996. – №4. – С.130.

2. Асмыкович И.К., Габасов Р., Кириллова Ф.М., Марченко В.М. Задачи управления конечномерными системами // Автоматика и телемеханика. – 1986. – №11. – С.5-29.

3. Марченко В.М. Регулярные дифференциально-разностные системы с управлением // VIII Белорусская математическая конференция. 19-24 июня 2000г. Тез. докл. Часть 4.-Минск, 2000. – С.77-78.

4. Ailon A. A solution to the disturbance decoupling problem in singular systems via analogy with state-space systems // Automatica. – 1993. –V.29. – №6. – P. 1541-1545.

5. Chu D., Mehrmann V. Disturbance decoupling for descriptor systems // Technische universitat Chemnitz – Zwickau // Preprint 97 – 7, 1997. – 29p.

УДК 62-50.145

Игнатенко В.В.

(БГТУ, г.Минск)

К УПРАВЛЯЕМОСТИ НЕКОТОРЫХ ДЕСКРИПТОРНЫХ СИСТЕМ

Рассмотрим дескрипторную систему с запаздыванием

$$M_0\, z\,(t)=M\, z(t) + M_1 z\;(\,t-h) + bw(t),\; t \geq 0$$

$$z_0(\cdot)=\{z(t)=\psi\,(t),\; t\in[-h,0],\; z(0)=z_0\}, \qquad (1)$$

гд z – l-вектор; M_0, M, M_1- l×l-матрицы; b – l-вектор; $w(t)$ – управление; $(0 > 1)$ – натуральное число, det M_0=0.

Пусть det$T \neq 0$ и

$$TM_0T^{-1} = \begin{bmatrix} E & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix},\; TMT^{-1} = \begin{bmatrix} S & 0 \\ 0 & -A_0 \end{bmatrix},\; TM_1T^{-1} = \begin{bmatrix} S_1 & 0 \\ 0 & A \end{bmatrix},$$

где E, S, S_1 – матрицы размерности $m\times m$, A_0, A – размерности n×n, det A_0=0 и пусть $z'=\{y', x'\}$, где y – m- вектор, x– n- вектор. Тогда систему (1) можно представить в виде двух систем: