# О ПРОБЛЕМЕ НАБЛЮДАЕМОСТИ СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЕННЫХ СИСТЕМ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

**О.Б. Цехан**

Гродненский государственный университет им. Я. Купалы,
ул.Ожешко, 22, 230023 Гродно, Беларусь
tsekhan@grsu.by

Рассматривается линейная стационарная сингулярно возмущенная система с запаздыванием

$$\dot{x}(t)=A_1x(t)+A_2x(t-h)+C_1y(t)+C_2y(t-h),\quad x\in R^{n_1},\quad y\in R^{n_2},$$

$$\mu\dot{y}(t)=A_3x(t)+A_4x(t-h)+C_3y(t)+C_4y(t-h),\quad t\in T=[0,t_1], \tag{1}$$

$$x(\theta)=\varphi(\theta),\quad y(\theta)=\psi(\theta),\quad \theta\in[-h,0], \tag{2}$$

$$w(t,\mu)=D_1x(t,\mu)+D_2y(t,\mu),\quad w\in R^m,\quad t\in T. \tag{3}$$

Здесь $\mu$ — параметр, $\mu\in(0,\mu^*]$, $\mu^*\ll 1, h$ — число, характеризующее запаздывание, $h>0$, $A_i$, $C_i$, $i=\overline{1,4}$, $D_j$, $j=1,2$, — заданные постоянные матрицы соответствующих размерностей, $m<n=n_1+n_2$, $t_1=nh$, $\varphi(\theta)$, $\psi(\theta)$, $\theta\in[-h,0]$ неизвестные непрерывные $n_1$ - и $n_2$ -вектор-функции, соответственно.

**Определение 1.** Система (1), (3) называется асимптотически $\{x,y\}$ -наблюдаемой при $\mu\in(0,\mu^*]$ на интервале $T$, если по известной выходной функции (3) можно построить асимптотическое приближение состояния $\{x(t),\ y(t),\ t\in[0,h]\}$ системы (2), генерирующего данный выход, с точностью порядка $\mu^n$ для сколь угодно большого $n$ при $\mu\in(0,\mu^*]$.

Обозначим $s_i$, $i=\overline{1,n\times n_2}$ — обственные значения матрицы $C_3$. Предположим, что $Re\, s_i<0$, $\forall i=\overline{1,n}$.

Обозначим $S_1$, $S_2$, $S_3$, $S_4$ — аннуляторы матриц $A_2$, $S_1C_2, A_1$, $S_3C_4$, соответственно. По параметрам исходной системы и матрицам $S_1$, $S_2$, $S_3$, $S_4$ строятся $(n_1+n_2+m)(n_1+$ $+n_2)\times(n_1+n_2)^2-$ полиномиальные матрицы $L_s(\lambda)$, $L_f(\lambda)$ и $(n_1+n_2+m)\times(n_1+n_2)$ - полиномиальные матрицы $M_s(\lambda)$, $M_f(\lambda)$.

**Теорема 1.** *Если выполнены условия:*

*1)* $\operatorname{rank}L_s(\lambda)=(n_1+n_2)^2$, *для некоторого* $\lambda\in\mathbb{C}$;
*2)* $\operatorname{rank}M_s(\lambda_i)=n_1+n_2$ *для любого* $\lambda_i:\operatorname{rank}L_s(\lambda_i)<(n_1+n_2)^2$,
*3)* $\operatorname{rank}L_f(\lambda)=(n_1+n_2)^2$, *для некоторого* $\lambda\in\mathbb{C}$;
*4)* $\operatorname{rank}M_f(\lambda_i)=n_1+n_2$ *для любого* $\lambda_i: rankL_s(\lambda_i)<(n_1+n_2)^2$,
*то система (1), (3) асимптотически* $\{x,y\}$ *-наблюдаема на интервале* $T$ *при достаточно малых* $\mu$.

Доказательство теоремы использует результаты из [1–3].
Построен пример аисмптотически наблюдаемой системы вида (1), (3).

**Литература**

1. *Minyuk S., Tsekhan O.* On observability of linear stationary system with time delay // XIV International Conference on System Science, Wroclaw September 11–14, 2001. V. I, P. 197–202.

2. *Копейкина Т.Б., Манцевич О.Б.* Об одном подходе к решению задачи управляемости линейных нестационарных сингулярно возмущенных систем // Препринт: Ин-т математики АН БССР. № 42(442) Минск, 1990. 58 с.

3. *Васильева А.Б., Бутузов В.Ф* Асимптотические разложения решений сингулярно-возмущенных уравнений. М. : Наука, 1973. 272 с.