Уравнение (1) обычно называют частно-интегральным уравнением. Различные свойства таких уравнений и соответствующих им операторов в $\mathbb{R}_2$ изучены в [1]. Ранее ЧИ-операторы в пространствах непрерывных функций в $\mathbb{R}_2$ изучались в работе [2], где были получены условия обратимости одномерных частно-интегральных операторов. Аналогичные условия получены в данной работе для m-мерных операторов.

Через $C(\bar{D})$ обозначим пространство непрерывных функций с sup-нормой, а функцию $k_\alpha(x;t_\alpha)$ будем называть L_1-непрерывной и L_1-ограниченной, если она является непрерывной при каждом x функцией со значениями в пространстве L_1. Соответствующее пространство функций, заданных в параллелепипеде D, с нормой

$$\|k_\alpha\|_{CL_1} = \sup_{x\in\bar{D}} \int\limits_{D_{t_\alpha}} |k_\alpha(x;t_\alpha)|\,dt_\alpha$$

обозначим $CL_1 = C(D;\, L_1(D_{t_\alpha}))$.

Заметим, что для L_1-непрерывной и L_1-ограниченной функции $k_\alpha(x;t_\alpha)$ функция $\dfrac{k_\alpha(x;t_\alpha)}{|x_\alpha - t_\alpha|^\beta}$, $\beta < m$ также L_1-непрерывна и L_1-ограничена. Пространство CL_1 является анизотропным пространством функций.

Теорема 1. Пусть функция $k_\alpha(x;t_\alpha)$ L_1-непрерывна и L_1-ограничена, тогда уравнение (1) однозначно разрешимо в $C(D)$ при условии обратимости оператора $K_\alpha^{(m)}$ ([2]) и его решение имеет вид исходного оператора.

Литература

1. *Appell J.M., Kalitvin A.S., Zabrejko P.P. Partial Differential Operatorsand Integro-Differential Equations.* CRC Press (2000).

2. *Калитвин А.С., Фролова Е.В. Линейные уравнения с частными интегралами C-теория.* Липецк: ЛГПУ (2004).

К вопросу стабилизации гибридных линейных непрерывно-дискретных систем

В. Е. Хартовский, (Гродно, Беларусь)

Пусть объект управления описывается линейной непрерывно-дискретной системой с импульсным управляющим воздействием и известным выходным сигналом, измеряемым в дискретные моменты времени

$$\begin{aligned}
\dot{x}_1(t) &= A_{11}x_1(t) + A_{12}x_2(t_k) + \sum_{j=0}^{m} B_{1j}u(t_{k-j}), \quad t\in[t_k,t_{k+1}),\\
x_2(t_{k+1}) &= A_{21}x_1(t_k) + A_{22}x_2(t_k) + \sum_{j=0}^{m} B_{2j}u(t_{k-j}), \quad k=0,1,\dots,\\
y(t_k) &= \sum_{j=0}^{m}\left(C_{1j}x_1(t_{k-j}) + C_{2j}x_2(t_{k-j})\right), \quad k=m,m+1,\dots,
\end{aligned} \tag{1}$$

где $A_{ij}\in\mathbb{R}^{n_i\times n_j}$, $i,\,j=1,2$, $B_{ij}\in\mathbb{R}^{n_i\times r}$, $C_{ij}\in\mathbb{R}^{l\times n_i}$, $i=1,2$, $j=\overline{0,m}$, u — управление, y — наблюдаемый выходной сигнал, $t_k=kh$, $k=\mathbb{Z}$, $h>0$ — шаг квантования. Начальное условие для системы (1) является неизвестным имеет вид $x_1(0)=a_1$, $x_2(0)=a_2$, $a_i\in\mathbb{R}^{n_i}$, $i=1,2$, $u(t_j)=0$, $j<0$.

Определим регулятор с обратной связью по неполным измерениям

$$u(t_k)=\sum_{j=0}^{m_1}\left(U_{11}^j y(t_{k-j})+U_{12}^j x_3(t_{k-j})\right),\ x_3(t_{k+1})=\sum_{j=0}^{m_1}\left(U_{21}^j y(t_{k-j})+U_{22}^j x_3(t_{k-j})\right),$$
$$k=k_1,k_1+1,\ldots,\quad k_1=2m+m_1. \tag{2}$$

Здесь $x_3\in\mathbb{R}^{n_3}$, — вспомогательная переменная, удовлетворяющие начальному условию $x_3(t_k)=a_{3\,k}$, $k=\overline{0,m+m_1}$, где $a_{3\,k}\in\mathbb{R}^{n_3}$ — любые заданные векторы, U_{ij} — постоянные матрицы подходящих размеров.

Определение. Регулятор (2), для которого существует число $k_0\in\mathbb{N}$ такое, что каковы-бы ни были начальные условия, для решения замкнутой системы (1), (2) выполняются равенства $x_1(t)=0$, $t\geq t_{k_0}$, $x_2(t_k)=0$, $x_3(t_k)=0$, $k=k_0,k_0+1,\ldots$, назовем регулятором финитной стабилизации по выходу.

В работе получены критерий существования регулятора финитной стабилизации по выходу и метод его построения. Показано, что регулятор финитной стабилизации по выходу существует тогда и только тогда, когда система (1) является слабо финально наблюдаемой и полностью управляемой. В идейном плане работа продолжает исследования задачи финитной стабилизации по неполным измерениям, начатой для систем нейтрального типа в [1].

Литература

1. *Хартовский В.Е.* Финитная стабилизация и назначение конечного спектра единым регулятором по неполным измерениям для линенйых систем нейтрального типа. *Дифференциальные уравнения.* Т. 60. No 5 (2024), С. 686–706.

К вопросу финитной стабилизации систем нейтрального типа по наблюдаемому выходу

В. Е. Хартовский, О. И. Урбан (Гродно, Беларусь)

Рассмотрим линейную автономную дифференциально-разностную систему нейтрального типа с соизмеримыми запаздываниями

$$\big(I_n-D(\lambda_h)\big)\dot{x}(t)=A(\lambda_h)x(t)+B(\lambda_h)u(t),\quad t>0, \tag{1}$$

$$y(t)=C(\lambda_h)x(t),\quad t\geq 0,$$

где x — решение этой системы, u — управление, y — наблюдаемый выходной сигнал (выход), $I_i\in\mathbb{R}^{i\times i}$ — единичная матрица, λ_h — оператор сдвига, определяемый для заданного $h=\text{const}>0$ правилом $(\lambda_h)^k f(t)=f(t-kh)$, $k\in\mathbb{N}$; $D(\lambda)=\sum_{i=1}^m D_i\lambda^i$, $A(\lambda)=\sum_{i=0}^m A_i\lambda^i$, $B(\lambda)=\sum_{i=0}^m B_i\lambda^i$, $C(\lambda)=\sum_{i=0}^m C_i\lambda^i$; $D_i\in\mathbb{R}^{n\times n}$, $A_i\in\mathbb{R}^{n\times n}$, $B_i\in\mathbb{R}^{n\times r}$, $C_i\in\mathbb{R}^{l\times n}$. Решение уравнения (1) однозначно задается начальным условием $x(t)=\varphi(t)$, $u(t)\equiv 0$, $t\in[-mh,0]$. Считаем, что φ — неизвестная кусочно-непрерывная функция, $p_{{}_D}=d/dt$ — оператор дифференцирования.

В работе получен критерий существования и способ построения регулятора с обратной связью по наблюдаемому выходу вида

$$\begin{aligned}u(t)&=U_{11}(p_{{}_D},z_h)y(t)+U_{12}(p_{{}_D},z_h)\tilde{x}(t),\\ \dot{\tilde{x}}(t)&=U_{21}(p_{{}_D},z_h)y(t)+U_{22}(p_{{}_D},z_h)\tilde{x}(t),t>t_0,\end{aligned} \tag{2}$$

который обеспечит выполнение следующих условий: а) какова бы ни была начальная функция φ существует число $t_1>0$ такое, что $x(t)\equiv 0$, $t\geq t_1$; б) замкнутая система