УДК 519.71

И.К. Асмыкович, доц., канд. физ.-мат. наук (БГТУ, г. Минск)

ОБ АПЕРИОДИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ В ЛИНЕЙНЫХ ДЕСКРИПТОРНЫХ СИСТЕМАХ С ЧИСТЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

Несколько десятилетий в качественной теории управления динамическими системами большой популярностью пользуются линейные дескрипторные системы, то есть системы неразрешенные относительно производной, которые часто называют дифференциально-алгебраическими. Список работ, известных автору составляет более 1800 публикаций. В 2013 году издательство Springer провело в Берлине форум посвященный изучению такого класса систем, по результатам которого было опубликовано 6 томов, в том числе три тома обзоров [1].

В дискретном случае такие системы имеют вид

$$Sx(t+1) = Ax(t) + Bu(t),\, Sx(0) = Sx_0,\, \det S = 0, \tag{1}$$

с условием регулярности $\det[\lambda S - A] \neq 0$ и выходом

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

Условие регулярности обеспечивает существование и единственность решения системы (1)

Говорят, что дискретная система имеет апериодическую реакцию состояния если ее решение зануляется с некоторого момента времени. Если система (1) обыкновенная, т.е. $\det S \neq 0$, то это будет при условии нильпотентности матрицы системы [2]. Если матрица таким свойством не обладает, то возникает задача апериодического управления [3,4], которая является частным случаем задачи модального управления для дискретных систем и состоит в обеспечении нулевых собственных чисел для системы (1), замкнутой линейным регулятором по состоянию либо по состоянию и производной [4].

Если в системе регулирования учитываются эффекты запаздывания [4,5] , то в дискретном варианте она записывается в виде

$$Sx(t+1) = Ax(t-h) + Bu(t), \quad \det S = 0, \tag{3}$$

Рассмотрим для данной системы задачу апериодического управления [3,4]. Пусть система является скалярной, т.е. $B = b$, $C = c$. Используя приведение регулярного пучка $\lambda S - A$ к канонической форме Вейерштрасса [1], можно привести систему (3) с выходом (2) к виду

$$x_v(t+1) = Lx_v(t) + b_1 u(t) \tag{4}$$

$$Nx_w(t+1) = x_w(t) + b_2 u(t) \quad (5)$$

$$y(t) = c_1 x_v(t) + c_2 x_w(t). \quad (6)$$

При этом задача о финитной наблюдаемости дискретной системы для подсистемы (3) сводится к построению наблюдателя, который при выполнении условий полной наблюдаемости, может обеспечить финитное восстановление начального состояния, так как ошибка восстановления удовлетворяет апериодическому уравнению [1]. Возможность восстановление второй компоненты начального условия определяется свойствами подсистемы (4) и ее выхода. Аналогично можно рассматривать другие задачи наблюдаемости [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ilchmann A, T. Reis Surveys in Differential-Algebraic Equations I-III Differential-Algebraic Equations Forum. Berlin, Heidelberg, Springer, 2013 - 2015.
2. Гайшун И.В. Синтез нильпотентных линейных дискретных систем над коммутативным кольцом //Вестник Фонда фундаментальных исследований, №1, 2004, С.77 – 79.
3. Asmykovich I.K. Deat-beat control for discrete descriptor systems with delay // Abstracts / The Third Russian-Korean International Symposium on Science and Technology “KORUS^99” / Novosibirsk, 1999.- vol 1.-P 218
4. Асмыкович, И.К. Апериодическое управление динамическими системами с запаздыванием / / Вестник Тамбовского Университета / Сер. Естественные и технические науки, т.8, вып. 3, 2003, С.342.
5. Grispos E., G. Kalogeropoulos, I.G. Stratis On Generalized Linear Singular Delay Systems // Journal of Mathematical Analysis and Applications V. 245, Issue 2, 2000, P. 430–446
6. Asmykovich Ivan K. On Finding Zero Dynamics for Descriptor Systems // 2016 13TH International scientific technical conference on actual problems of electronic instrument engineering (APEIE) – Proceedings APEIE – 2016 In 12 Vol. V. 1 Part 3 Novosibirsk 2016 3-6 октября 2016 г. P.116 – 119.