КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 681.51.015

К ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИ НЕ ОПРЕДЕЛЕННЫМ ЛИНЕЙНЫМ ОБЪЕКТОМ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ В КАНАЛЕ УПРАВЛЕНИЯ

А.А. Бобцов, А.А. Пыркин

Обсуждается идея синтеза стабилизирующего регулятора по измерениям выходной переменной для линейной параметрически не определенной системы с запаздыванием в канале управления.
Ключевые слова: управление по выходу, системы с запаздыванием в канале управления, стабилизация.

Проблема управления по выходу параметрически не определенными системами является крупной проблемой современной теории автоматического регулирования. Данной задаче посвящено большое количество публикаций, как российских так и зарубежных исследователей [1]. Однако большинство подходов не учитывает запаздывание в канале управления. Имеется ряд публикаций [2], в которых предлагается решение задачи управления линейным параметрически не определенным, но асимптотически устойчивым объектом в условиях запаздывания. Методов стабилизации по измерению выходной переменной для неустойчивого параметрически не определенного объекта с произвольной относительной степенью и запаздыванием в канале управления, насколько известно авторам, не существует. В работе предлагается идея стабилизации для указанного класса объектов на базе методов последовательного компенсатора [3] и предиктора Смита–Крстича [4]. Рассмотрим объект управления вида

$$a(p)y(t) = b(p)u(t-D)\,, \tag{1}$$

где $p = d/dt$ обозначает оператор дифференцирования; выходная переменная $y = y(t)$ измеряется, но ее производные недоступны для измерения; $b(p)$ и $a(p)$ – полиномы с неизвестными коэффициентами; передаточная функция $b(p)/a(p)$ имеет относительную степень $\rho = n - m$; полином $b(p)$ – гурвицев; $D > 0$ – неизвестное постоянное запаздывание; $u(\vartheta) = \varphi(\vartheta)$ для $\forall\theta \in [-D, 0]$. В случае $D = 0$ для стабилизации системы (1) используется закон управления вида [3]

$$u(t) = -\mu k^{\mathrm{T}}\xi(t)\,, \tag{2}$$

где вектор $\xi(t)$ является решением системы $\dot{\xi}(t) = \sigma\Gamma\xi(t) + \sigma q y(t)$; число $\mu > 0$ выбирается таким образом, чтобы передаточная функция $H(p) = \dfrac{\alpha(p)b(p)}{a(p) + k\alpha(p)b(p)}$ была строго вещественно положительной; параметр $\sigma >> k$ [3]; Γ – гурвицева матрица размером $\rho\times\rho$; k и q – векторы соответствующих размерностей [3].

На базе предиктора Смита–Крстича (стр. 18 в [4]) для случая $D > 0$ предлагается модифицировать алгоритм (2) следующим образом:

$$u(t) = -\mu k^{\mathrm{T}}\left(e^{\sigma\Gamma D}\xi(t) + \sigma\int\limits_{t-D}^{t} e^{\sigma\Gamma(t-\theta)} q y(\theta)d\theta\right). \tag{3}$$

Закон управления (3) позволяет компенсировать запаздывание в канале управления и обеспечить асимптотическую устойчивость замкнутой системы.

1. Мирошник И.В., Никифоров В.О., Фрадков А.Л. Нелинейное и адаптивное управление сложными динамическими системами. – СПб: Наука, 2000.
2. Паршева Е.А., Цыкунов А.М. Адаптивное управление объектом с запаздывающим управлением со скалярным входом-выходом // Автоматика и телемеханика. – 2001. – № 1. – С. 142–149.
3. Бобцов А.А., Николаев Н.А. Синтез управления нелинейными системами с функциональными и параметрическими неопределенностями на основе теоремы Фрадкова // Автоматика и телемеханика.– 2005. – № 1. – С. 118–129.
4. Krstic M. Delay Compensation for Nonlinear, Adaptive and PDE Systems. – Birkhauser, 2009.

Бобцов Алексей Алексеевич – Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, доктор технических наук, профессор, декан, bobtsov@mail.ifmo.ru
Пыркин Антон Александрович – Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, кандидат технических наук, ассистент, a.pyrkin@gmail.com