УДК 517.977

Квитко А. Н., Таран Т. С., Фирюлина О. С.

Наблюдатель типа Люенбергера в решении задачи управления с неполной информацией

В решении многих практических задач закон управления не может быть сформирован на основании информации о полном фазовом векторе состояния ввиду недоступности его измерения. Одним из подходов к решению этой проблемы являются методы, основанные на использовании асимптотических наблюдателей [1, 2, 3]. К сожалению, теория асимптотических наблюдателей достаточно хорошо разработана только для линейных, билинейных и нелинейных управляемых систем специального вида. Работа посвящена построению асимптотического наблюдателя пониженного порядка при решении задачи терминального управления для нелинейных управляемых систем с учетом неполной информации.

Объектом исследования является управляемая система обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\dot{x} = f(x, u), \tag{1}$$

где $x = (x^1, \ldots, x^n)^T, x \in R^n, u = (u^1, \ldots, u^r)^T, u \in R^r, t \in [0, \infty)$,

$$f(0,0) = 0, f \in C^2(R^n \times R^r; R^n), f = (f^1, \ldots, f^n)^T, \tag{2}$$

$$A = \frac{\partial f(0,0)}{\partial x}, B = \frac{\partial f(0,0)}{\partial u}, \operatorname{rank}(B, AB, \ldots, A^{n-1}B) = n, \tag{3}$$

$$f^i(0, 0, \ldots, 0, x^{n-r+1}, \ldots, x^n, u) = 0, i = 1, \ldots, n-r, \tag{4}$$

$$\det\left\{\frac{\partial f^i}{\partial u^j}(0,0)\right\} \neq 0, i = n-r+1, \ldots, n, j = 1, \ldots, r. \tag{5}$$

Квитко Александр Николаевич – профессор, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: alkvit46@mail.ru, тел.: +7(911)170-44-81

Таран Тимофей Стефанович – аспирант, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: tim9539@yandex.ru, тел.: +7(951)684-70-70

Фирюлина Оксана Сергеевна – старший преподаватель, Санкт-Петербургский государственный университет; e-mail: firyulina.oxana@mail.ru, тел.: +7(911)264-26-64

Предположим, что для всех $t \in [0, \infty)$ измеряется вектор $y(t) \in R^m$, который связан с фазовым вектором $x(t)$ уравнением

$$y(t) = Qx(t), \ \mathrm{rank}(Q) = m, \ m > 0, \tag{6}$$

где Q — постоянная матрица,

$$\mathrm{rank}(Q^T, A^T Q^T, \ldots, A^{T n-1} Q^T) = n. \tag{7}$$

Пусть Γ — r-мерная гиперплоскость, определяемая уравнениями: $x^i = 0, i = 1, \ldots, n - r$.

Задача. Используя результаты измерений $y(t), \ t \in [0, \infty)$, найти пару $u(t) \in C^1 [0, \infty)$, $x(t) \in C^1 [0, \infty)$, удовлетворяющую системе (1) и условиям

$$x(0) = 0, \ x(t) \to x_1, \ t \to \infty, \ x_1 \in \Gamma.$$

Теорема. *Пусть для системы (1) выполнены условия (2)–(7). Тогда существует $\varepsilon > 0$ такое, что $\forall x_1 : \|x_1\| < \varepsilon$, $x_1 \in \Gamma$ существует решение поставленной задачи, которое может быть получено после решения задачи стабилизации линейной стационарной системы, построения матрицы асимптотического наблюдателя типа Люенбергера и последующими решениями задачи Коши для вспомогательной системы обыкновенных дифференциальных уравнений.*

Литература

1. Афанасьев В. Н. Динамические системы управления с неполной информацией. Алгоритмическое конструирование. М.: КомКнига, 2007. 216 с.

2. Kvitko A. N., Yakusheva D. B. Synthesis of discrete stabilization for a nonlinear stationary control system under incomplete information // Vestnik St. Petersburg Univ. Math. 2012. Vol. 45, No 2. P. 65–72.

3. Zuber I. E. A terminal control of nonlinear systems // Vestnik St. Petersburg Univ. Math. 2001. Vol. 34, No 3. P. 12–15.