

**Д. В. К а ш к о в с к и й** (Томск, ТГУ). **Последовательное оценивание параметров авторегрессии со случайными коэффициентами и управляющими воздействиями.**

В прикладных задачах находят широкое применение стохастические динамические модели типа авторегрессии с постоянными параметрами. Однако более адекватной может быть модель, в которой параметры подвержены действию случайных возмущений и остаются постоянными только в среднем. Кроме учета случайных возмущений параметров, в ряде прикладных задач может потребоваться ввести в модель программное управление:

$$x_k = a_1(k)x_{k-1} + \dots + a_p(k)x_{k-p} + b_1(k)u_{k-1} + \dots + b_q(k)u_{k-q} + \sigma_0\varepsilon_k, \quad (1)$$

$$a_i(k) = a_i + \sigma_i\eta_i(k), \quad b_j(k) = b_j + \Delta_j\gamma_j(k), \quad k = 1, 2, \dots,$$

где  $\{\varepsilon_k\}$ ,  $\{\eta_i(k)\}$  ( $i = 1, \dots, p$ ) и  $\{\gamma_j(k)\}$  ( $j = 1, \dots, q$ ) — независимые последовательности аддитивных и мультипликативных помех;  $\{u_k\}$  — детерминированная последовательность входных воздействий. Такая модель находит применение, например, в теории управления [1].

При оценивании неизвестного вектора параметров  $\theta = (a_1, \dots, a_p, b_1, \dots, b_q)$  в модели (1) с помощью обычного метода наименьших квадратов (МНК) вопрос о среднеквадратической точности для малых и умеренных объемов наблюдений остается открытым. Поэтому для идентификации параметра  $\theta$  предлагается использовать специальный последовательный план  $(\theta^*(h), \tau(h))$ , построенный на основе оценки МНК с моментом прекращения наблюдений  $\tau(h)$ , где  $h$  — положительный параметр.

**Теорема.** Пусть процесс (1) устойчив, распределения помех  $\varepsilon_k$ ,  $\eta_i(k)$ ,  $\gamma_j(k)$ ,  $k = 1, 2, \dots$ , симметричны и  $\mathbf{E}\varepsilon_1^8 < \infty$ ,  $\mathbf{E}\eta_i(1)^8 < \infty$ ,  $\mathbf{E}\gamma_j(1)^8 < \infty$ ,  $i = 1, \dots, p$ ,  $j = 1, \dots, q$ . Тогда  $\sup_{\theta \in K} \mathbf{E}\theta \|\theta^*(h) - \theta\|^2 \leq a_K(1 + o(1))/h$  при  $h \rightarrow \infty$ ,  $\lim_{h \rightarrow \infty} \sup_{\theta \in K} |\mathbf{E}\theta\tau(h)/h - C_\theta| = 0$  для любого компактного множества  $K$  из области устойчивости, где  $a_K = \sup_{\theta \in K} \varphi(\theta)$ ,  $\varphi(\theta)$ ,  $C_\theta$  — известные функции  $\theta$ .

Таким образом, для построенной оценки найдены верхняя граница для среднеквадратической точности и асимптотическое соотношение для средней длительности наблюдений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kalman R. E. Control of Randomly Varying Linear Dynamical Systems. — Proc. Symp. Appl. Math., 1962, v. 13, p. 287–298.