

**А. Н. Тырсин, С. М. Серебрянский** (Екатеринбург, НИЦ «НиР БСМ» УрО РАН; Троицк, ТФ ЧелГУ). **Идентификация зависимостей на основе структурных разностных схем.**

При решении различных задач широко используют представление нестационарных процессов в виде ограниченного набора трендовых моделей. Обычно исследуемый процесс имеет вид:  $y_k = y(t_k) = y(k\Delta)$ , где  $\Delta$  — интервал дискретизации, и называется временным рядом.

В [1] предложен метод идентификации зависимостей. Идея метода состоит в том, чтобы отобразить функциональное пространство в векторное пространство, базисом которого являются коэффициенты линейной разностной схемы (РС), причем, как показано в [2], данное отображение является непрерывным. В результате появляется возможность сравнивать между собой различные функциональные модели временных рядов.

Основным недостатком метода является возможность его применения лишь для ограниченного класса моделей (линейные и линеаризованные РС). Поэтому предлагается расширить границы его применимости за счет включения нелинейных разностных схем. Суть состоит в том, что с помощью функциональных преобразований исходная дискретная модель  $y_k = f(k\Delta; \mathbf{b})$ , где  $\mathbf{b}$  — вектор параметров модели, сводится к РС вида

$$v_k = \sum_{i=1}^p \alpha_i F_i(k\Delta, v_{k-1}, v_{k-2}, \dots, v_{k-l}; \mathbf{c}), \quad (1)$$

в которой  $v_k = g(y_k, y_{k-1}, \dots, y_{k-l})$ ,  $\mathbf{c} = (c_1, c_2, \dots, c_L)$  — вектор параметров модели,  $y_k$  — значение временного ряда в  $k$ -й момент времени,  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$  — коэффициенты РС.

При построении возможны замены переменных, которые подбираются таким образом, чтобы минимизировать количество и размеры ОДЗ (область допустимых значений) коэффициентов РС (1) каждой модели.

Учтем наличие случайной компоненты и несоответствие РС реальному временному ряду переходом от РС к модели авторегрессии (АР-модель)

$$v_k = \sum_{i=1}^p a_i F_i(k\Delta, v_{k-1}, v_{k-2}, \dots, v_{k-l}; \mathbf{c}) + \varepsilon_k, \quad (2)$$

где  $a_1, a_2, \dots, a_p$  — коэффициенты модели авторегрессии АР(p),  $\varepsilon_k$  — случайный процесс, характеризующий ошибку (несоответствие) между фактическими данными и рядом (1).

Оценка коэффициентов АР-модели (2) находится путем решения задачи

$$\sum_k \left[ v_k - \sum_{i=1}^p a_i F_i(k\Delta, v_{k-1}, v_{k-2}, \dots, v_{k-l}; \mathbf{c}) \right]^2 \rightarrow \min_{\mathbf{a} \in \mathbb{R}^p}.$$

Наилучшей моделью признаем ту, для которой расстояние от расчетной точки (вычисленные значения коэффициентов авторегрессии) до соответствующей ОДЗ будет минимальным.

Апробация данного подхода методом статистического моделирования показала его работоспособность, для разумных дисперсий случайной компоненты истинные модели устойчиво распознавались.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Тырсин А. Н.* Идентификация зависимостей на основе моделей авторегрессии. — Автометрия, 2005, т. 41, № 1, с. 43–49.
2. *Тырсин А. Н.* Модель авторегрессии как отображение функциональной зависимости временного ряда. — Системы управления и информационные технологии, 2005, № 1(18), с. 27–29.