

СИСТЕМА РЕТРОСПЕКТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОДНОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ПРОГНОЗНЫХ МОДЕЛЕЙ

Романенков Ю.А.

Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»
(Украина)

Пусть существует аналитическая зависимость, связывающая прогнозную оценку на момент времени $(t+1)$ и значения временного ряда в предыдущие моменты времени:

$$\hat{y}_{t+1} = f(y_{t-i}, \lambda), \quad i = \overline{0, n-1}, \quad (1)$$

где \hat{y}_{t+1} – прогнозная оценка на момент времени $(t+1)$, y_{t-i} – значения временного ряда длиной n , λ –внутренний параметр прогнозной модели.

Задача параметрического синтеза модели вида (1) может быть сведена к решению ретроспективного уравнения следующего вида [1]:

$$\varepsilon_t = \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} = 1 - \frac{f(y_{t-i}, \lambda)}{y_t} = 0, \quad i = \overline{1, n-1}. \quad (2)$$

Пусть на множестве допустимых значений внутреннего параметра уравнение (2) имеет m вещественных корней $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$. При $m \geq 2$ из значений $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$ необходимо выбрать то, которое обеспечивает лучшее качество ретро-прогноза на момент времени t .

Для сравнительного анализа всего набора прогнозных оценок, полученных при значениях параметра $\lambda = \lambda_1, \lambda = \lambda_2, \dots, \lambda = \lambda_m$, предлагается использовать преобразование, нормирующее значение параметра сглаживания λ относительно каждого из вещественных корней:

$$\lambda = \lambda_j + \Delta\lambda_j = \lambda_j + 0,01\lambda_j\varepsilon_\lambda, \quad j = \overline{1, m}, \quad (3)$$

где λ_j – вещественные корни уравнения (2), $\Delta\lambda_j$ – абсолютное, а ε_λ – относительное отклонение относительно вещественного корня λ_j .

Если в уравнении (2) осуществить подстановку (3), то полученные зависимости для всех вещественных корней ретроспективного уравнения (2) общим количеством m можно изобразить в единой плоскости параметров $(\varepsilon_t, \varepsilon_\lambda)$, как показано на рис. 1.

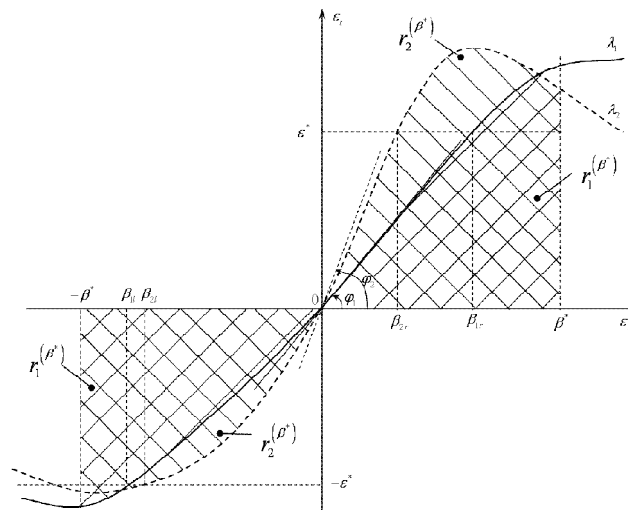


Рисунок 1 – Графическая интерпретация ретроспективных характеристик

Предлагается сформировать систему ретроспективных характеристик из таких показателей, как чувствительность и робастность к изменениям внутренних параметров прогнозной модели [2]. Обе они характеризуют зависимость качества прогнозной оценки (а именно точности) от изменения внутреннего настроечного параметра модели λ .

В качестве показателя чувствительности прогнозной оценки предлагается использовать значение модуля производной функции ошибки $\varepsilon'_t(\varepsilon_\lambda)$ в точках $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$:

$$s_j = \left| \frac{d\varepsilon_t^{(j)}(\varepsilon_\lambda)}{d\varepsilon_\lambda} \right|_{\varepsilon_\lambda=0} = |\operatorname{tg}\varphi_j|, \quad j = \overline{1, m}, \quad (4)$$

где s_j – показатель чувствительности j -й прогнозной оценки, $\left. \frac{d\varepsilon_t^{(j)}(\varepsilon_\lambda)}{d\varepsilon_\lambda} \right|_{\varepsilon_\lambda=0}$ – значения производной j -й функции ретроспективной ошибки в точке $\varepsilon_\lambda = 0$, φ_j – угол наклона кривой $\varepsilon_t^{(j)}(\varepsilon_\lambda)$ в точке $\varepsilon_\lambda = 0$, m – количество вещественных корней ретроспективного уравнения (2) на множестве допустимых значений.

В качестве показателей робастности предлагается использовать группу характеристик, геометрический смысл которых показан на рис. 1.

1. β_{jl}, β_{jr} – левая и правая границы интервала робастности, обеспечивающие сохранение точности прогнозной оценки в пределах $(-\varepsilon^*; \varepsilon^*)$.

2. $\Delta\beta_j = \beta_{jr} - \beta_{jl}$ – ширина интервала робастности.

3. $r_j^{(\beta^*)} = \frac{1}{\int_{-\beta^*}^{\beta^*} |\varepsilon_t^{(j)}(\varepsilon_\lambda)| d\varepsilon_\lambda}$ – степень робастности в диапазоне $(-\beta^*; \beta^*)$, степень

близости кривой $\varepsilon_t^{(j)}(\varepsilon_\lambda)$ к оси абсцисс.

Для решения задачи сравнительного анализа ретроспективных прогнозных оценок предложено нормирующее преобразование ретроспективного уравнения, позволяющее сформировать систему ретроспективных характеристик качества прогнозных оценок, включающий в себя показатели чувствительности и робастности. Использование предложенных показателей позволяет осуществить многокритериальную оптимизацию прогнозной модели в рамках задачи параметрического синтеза.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зейниев Т. Г. Постановка задачи синтеза оптимальных робастных прогнозных оценок в модели экспоненциального сглаживания / Т. Г. Зейниев, Ю. А. Романенков // Всеукраїнська науково-технічна конференція «Інтегровані комп'ютерні технології в машинобудуванні ІКТМ-2014»: Тези доповідей. – Харків. : Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», 2014. – Том 3. – С. 5.
2. Романенков Ю. А. Метод параметрического синтеза модели Брауна на основе ретроспективной многокритериальной оптимизации / Ю. А. Романенков, Т. Г. Зейниев // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава : ПолтНТУ, 2014. – № 2 (41). – С. 48-56.