

УДК 658.5:004.94

*Романенков Ю.О., д.т.н., професор**Вартамян В.М., д.т.н., професор*ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6544-5348>*Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут», м. Харків, Україна***ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ РЕТРОСПЕКТИВНОГО АНАЛІЗУ ЯКОСТІ  
ДВОПАРАМЕТРИЧНОЇ ПРОГНОЗНОЇ МОДЕЛІ**

Успішне вирішення завдання забезпечення якості прогностичної діяльності в цілому, та якості прогнозів, зокрема, є необхідною умовою ефективного управління організацією [1].

У цьому процесі можна виділити два важливі етапи: вибір моделі прогнозування (структурний синтез) та визначення оптимальних внутрішніх параметрів моделі (параметричний синтез) [2]. І якщо критерієм структурного синтезу можуть бути, наприклад, алгоритмічна складність моделі, бажана точність прогнозу, професійний рівень аналітика або щось подібне, то критерієм параметричного синтезу є виключно ретроспективна точність прогнозованої моделі [3].

Для аналітичних прогнозних моделей існує принципова можливість формалізувати задачу ретроспективного аналізу у вигляді ретроспективних рівнянь [4]. Наприклад, при використанні однопараметричної моделі Брауна

$$\hat{y}_t = \alpha y_{t-1} + \alpha(1-\alpha)y_{t-2} + \dots + \alpha(1-\alpha)^{n-1} y_{t-n} = \sum_{i=1}^n \alpha(1-\alpha)^{i-1} y_{t-i}, \quad (1)$$

ретроспективне рівняння для моменту часу  $(t-1)$  виглядатиме так:

$$\varepsilon_{t-1}(\alpha) = 100 \cdot \frac{\hat{y}_{t-1}(\alpha) - y_{t-1}}{y_{t-1}} = \frac{100}{y_{t-1}} \cdot \left( \sum_{i=1}^{n-1} \alpha(1-\alpha)^{i-1} y_{t-i-1} - y_{t-1} \right) = 0 \quad (2)$$

де  $\hat{y}_t$  – прогнозна оцінка на момент часу  $t$ ,  $\alpha$  – параметр (константа) згладжування,  $y_{t-i}$  – значення часового ряду в моменти часу  $(t-i)$ ,  $n$  – довжина вибірки часового ряду,  $\varepsilon_{t-1}(\alpha)$  – аналітична залежність і відносної ретроспективної помилки прогнозу на момент часу  $(t-1)$  від параметра згладжування  $\alpha$ .

Рівняння (2) – алгебраїчне,  $(n-2)$ -го порядку відносно змінної  $\alpha$ , дійсні корені якого, за умови потрапляння у допустимий для параметра згладжування інтервал, можуть бути обрані у якості оптимальних значень настроювального параметра. При цьому в разі існування кількох дійсних коренів у допустимому інтервалі, вони можуть бути проранжовані за критеріями якості [5].

У разі використання структурно складніших прогнозних моделей, формалізація задачі ретроспективного аналізу ускладнюється. Це можна показати, наприклад, на прикладі моделі Хольта [6, 7]:

$$\begin{cases} L_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} - T_{t-1}) \\ T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}, \\ \hat{y}_{t+1} = L_t + T_t \end{cases} \quad (3)$$

де  $L_t$  та  $T_t$  – згладжені значення часового ряду та його тренду,  $\alpha$  та  $\beta$  – настроювальні параметри моделі (параметри згладжування).

Для моделі (3) можна шляхом позбавлення змінних  $L_t$  та  $T_t$  сформуванати ретроспективне рівняння вигляду:

$$f(\alpha, \beta, y_t, y_{t-1}, \dots, y_{t-n}) = 0, \quad (4)$$

яке звичайно неможна вирішити відносно настроювальних параметрів моделі.

Таким чином, у разі використання двопараметричної моделі йдеться не про відшукання коренів ретроспективного рівняння, а про графічну побудову та аналіз «кривих якості», тобто ліній у площині настроювальних параметрів, які обмежують область заданої якості прогнозованої моделі, а точніше адекватності прогнозованої моделі конкретному часовому ряду. Знаходження графоаналітичних підходів до вирішення цього завдання виглядає перспективним напрямом забезпечення якості прогностичної діяльності.

#### Список літератури

1. Романенков Ю.О., Зейнієв Т.Г. Завдання контуру стратегічного управління ефективністю бізнес-процесів в організації. *Системні дослідження та інформаційні технології*. 2015. № 3. С. 43-47.
2. Baets S., Harvey N. Using judgment to select and adjust forecasts from statistical models. *European Journal of Operational Research*. 2020. Vol. 284, Iss. 3. P. 882-895.
3. Кулонов М.С. Проверка адекватности математических моделей. *Научный вестник МГТУ ГА*. 2015. № 211. С. 29-36.
4. Романенков Ю.А., Вартанян В.М. Технология параметрического синтеза модели Брауна по результатам ретроспективного анализа. *Проблемы информационных технологий*. 2016. №1 (019). С. 7-17.
5. Романенков Ю.А. Параметрические критерии качества ретроспективных прогнозных оценок. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. Х. : НТУ «ХПІ». 2015. № 1 (1110). С. 85 – 90.
6. Розен В.П., Хомаківський І.Г. Керування електричним навантаженням з використанням короткострокового прогнозування методом Хольта. *Вісник НТУУ «КПІ»*. Серія «Гірництво». 2016. Випуск 30. С. 101-114.
7. Васильєв, О.С., Лилка О.С. Використання методу Хольта для аналізу часових рядів. *Проблеми інформатизації та управління*. 2010. №3(31). С. 26-29.