

# ВИКОРИСТАННЯ АДАПТИВНИХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗУВАННЯ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНОГО ПРОСТОРУ

© 2015 АЗАРЕНКОВА Г. М., ОЛЕФІР Є. А., КРЮКОВА Г. К.

УДК 338.27

**Азаренкова Г. М., Олефір Є. А., Крюкова Г. К. Використання адаптивних моделей прогнозування в сучасних умовах фінансово-економічного простору**

Метою статті є теоретико-методологічне обґрунтування та практичне використання адаптивних моделей прогнозування при розробці заходів адаптації. Розглянуто еволюцію використання адаптивних моделей, а саме: найпростішої її форми – експоненціального згладжування – та зміну його основних засад у побудові прогнозів. З'ясовано, що в основному заходи адаптації спрямовуються на «виживання». Проте сучасні умови діяльності висувають інші вимоги: для того, щоб стати конкурентоспроможним, «оборонних» методів замало, потрібні заходи адаптації, спрямовані на розвиток. Ураховуючи мінливий та невизначений фінансово-економічний простір, найкращою основою для формування таких заходів є короткострокове прогнозування (до 3 років), яке дасть змогу зберегти репрезентативність одержаних результатів. Таким чином, викладена у статті методика застосування адаптивних моделей для підприємств є доцільною і для прогнозування основних параметрів діяльності банків із внесенням відповідних коригувань та уточнень, що дасть змогу підвищувати ефективність процесу пристосування до особливостей фінансово-економічного простору.

**Ключові слова:** прогнозування, адаптивні моделі, експоненціальне згладжування, заходи адаптації, фінансово-економічний простір.

**Рис.:** 5. **Табл.:** 2. **Формул.:** 8. **Бібл.:** 19.

**Азаренкова Галина Михайлівна** – доктор економічних наук, професор, завідувачка кафедри фінансів та фінансово-економічної безпеки, Харківський навчально-науковий інститут банківської справи Університету банківської справи Національного банку України (пр. Перемоги, 55, Харків, 61174, Україна)

**E-mail:** azarenkova@khibs.edu.ua

**Олефір Євгенія Анатоліївна** – аспірантка, Університет банківської справи Національного банку України (вул. Андріївська, 1, Київ, 04070, Україна)

**E-mail:** olefir\_zhenia@mail.ru

**Крюкова Ганна Костянтинівна** – магістр, Харківський інститут банківської справи Університету банківської справи Національного банку України (пр. Перемоги, 55, Харків, 61174, Україна)

**E-mail:** anna-29121992@mail.ru

УДК 338.27

**Азаренкова Г. М., Олефир Е. А., Крюкова А. К. Использование адаптивных моделей прогнозирования в современных условиях финансово-экономического пространства**

Целью статьи является теоретико-методологическое обоснование и практическое использование адаптивных моделей прогнозирования при разработке мер адаптации. Рассмотрена эволюция использования адаптивных моделей, а именно: простой ее формы – экспоненциального сглаживания – и изменение его основных принципов в построении прогнозов. Установлено, что в основном меры адаптации направляются на «выживание». Однако современные условия деятельности выдвигают другие требования: для того, чтобы стать конкурентоспособным, «защитных» методов недостаточно, нужны меры адаптации, направленные на развитие. Учитывая изменчивое и неопределенное финансово-экономическое пространство, лучшей основой для формирования таких мер является краткосрочное прогнозирование (до 3 лет), которое позволит сохранить репрезентативность полученных результатов. Таким образом, изложенная в статье методика применения адаптивных моделей для предприятий целесообразна и для прогнозирования основных параметров деятельности банков с внесением соответствующих корректив и уточнений, что позволит повышать эффективность процесса приспособления к особенностям финансово-экономического пространства.

**Ключевые слова:** прогнозирование, адаптивные модели, экспоненциальное сглаживание, меры адаптации, финансово-экономическое пространство.

**Рис.:** 5. **Табл.:** 2. **Формул.:** 8. **Библ.:** 19.

**Азаренкова Галина Михайловна** – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой финансов и финансово-экономической безопасности, Харьковский учебно-научный институт банковского дела Университета банковского дела Национального банка Украины (пр. Победы, 55, Харьков, 61174, Украина)

**E-mail:** azarenkova@khibs.edu.ua

**Олефир Евгения Анатольевна** – аспирантка, Университет банковского дела Национального банка Украины (ул. Андреевская, 1, Киев, 04070, Украина)

**E-mail:** olefir\_zhenia@mail.ru

**Крюкова Анна Константиновна** – магистр, Харьковский институт банковского дела Университета банковского дела Национального банка Украины (пр. Победы, 55, Харьков, 61174, Украина)

**E-mail:** anna-29121992@mail.ru

UDC 338.27

**Azarenkova G. M., Olefir E. A., Kriukova H. K. Using Adaptive Forecasting Models in the Contemporary Conditions of the Financial-Economic Space**

The article is aimed at a theoretical-methodological substantiation and practical application of the adaptive forecasting models in the development of adaptation measures. Evolution of the use of adaptive models, particularly its simple form – exponential smoothing – as well as change of its basic principles when building forecasts has been considered. It has been determined that most adaptation measures are directed to «survival». However, current conditions put forward other requirements: in order to become competitive, «protective» methods are not sufficient, there is the need for adaptation measures aimed at development. With regard to the volatile and uncertain financial-economic space, the best basis for establishing such measures is the short-term forecasting (until 3 years) that would preserve the representativeness of the results. Thus, the methodology set out in article as to applying adaptive models for enterprises is also suitable for forecasting of main parameters of banks' activities with introduction of corresponding adjustments and refinements that will improve efficiency of the process of adaptation to characteristics of the financial-economic space.

**Key words:** forecasting, adaptive models, exponential smoothing, adaptation measures, financial-economic space.

**Pic.:** 5. **Tabl.:** 2. **Formulae:** 8. **Bibl.:** 19.

**Azarenkova Galyna M.** – Doctor of Science (Economics), Professor, Head of the Department of Finance and Financial and Economic Security, Kharkiv Training and Research Institute of Banking of the University of Banking of National Bank of Ukraine (pr. Peremogy, 55, Kharkiv, 61174, Ukraine)

**E-mail:** azarenkova@khibs.edu.ua

**Olefir Ievgeniia A.** – Postgraduate Student, University of Banking of the National Bank of Ukraine (vul. Andriyivska, 1, Kyiv, 04070, Ukraine)

**E-mail:** olefir\_zhenia@mail.ru

**Kriukova Hanna K.** – Master, Kharkiv Institute of Banking of the University of Banking of the National Bank of Ukraine (pr. Peremogy, 55, Kharkiv, 61174, Ukraine)

**E-mail:** anna-29121992@mail.ru

На сучасному етапі розвитку банківської системи та економіки в цілому актуальним постає питання їх адаптації до особливостей фінансово-економічного простору. Якщо раніше заходи адаптації спрямовувалися на «виживання», то зараз варто орієнтуватися на «розвиток» з метою підвищення конкурентоспроможності на міжнародному рівні. Процес адаптації передбачає вибір виду, форми та способу адаптації, від яких і залежить розробка відповідних заходів. Дані заходи визначаються на основі аналізу даних попередніх періодів, поточного стану та здійснення прогнозу на майбутнє. Враховуючи мінливі та невизначені умови фінансово-економічного простору, роль та значення короткострокового прогнозування зростає.

Вагомий внесок у розвиток теоретико-методологічних засад прогнозування зробили як зарубіжні [15–19], так і вітчизняні науковці [2–6, 11, 13, 14]. Вчені займалися дослідженням різноманітних методів прогнозування, вивчаючи їх переваги та недоліки. На нашу думку, особливої уваги серед них заслуговують адаптивні моделі, оскільки, по-перше, вони спрямовані на короткострокові прогнози, що є актуальним у сучасних умовах; по-друге, точність прогнозу є досить високою.

Метою статті є теоретико-методологічне обґрунтування та практичне використання адаптивних моделей прогнозування при розробці заходів адаптації.

Теоретичні аспекти «адаптації» висвітлені у працях таких зарубіжних вчених: Акофф Р., Ансофф І., Грант Р. М., Дойль П., Мескон М., Норд Д., Саати Т., Кернс К. Серед вітчизняних науковців заслуговують на увагу дослідження Коляди Ю. В., Кулікова П. М., Марковської Є. І., Олійник Т. В., Отенко І. П., Пашнюка Л. О., Печеної Л. С., Писаренка А. І., Турило А. М. та Богачевської К. В., Ячменьової В. М. та Османової З. О. Зазначимо, що вчені майже не акцентували увагу на практичних рекомендаціях стосовно розробки та реалізації заходів адаптації в сучасних мінливих умовах фінансово-економічного простору. У зв'язку з цим вивчення даного питання набуває актуальності.

Під фінансово-економічним простором будемо розуміти сукупність грошово-фінансових, грошово-кредитних, товарно-кредитних і грошово-товарних взаємовідносин, що виникають у певному середовищі між інститутами стосовно формування, розподілу та використання різноманітних ресурсів та поширення яких набуває масштабного характеру.

Таким чином, особливості простору визначаються спадом в економіці, піднесенням, піком, депресією. Безумовно, при спадах та депресії використовуються заходи адаптації, які пов'язані з «виживанням», оскільки в таких умовах першочергово потрібно пристосуватися до ситуації, що склалася, а вже потім (коли становище стабілізується) можна переходити до активного впливу на фінансово-економічний простір та використовувати його у своїх цілях [12]. Коли мова йде про піднесення та пік, то в даному випадку заходи адаптації спрямовуються на розвиток, оскільки для цього необхідно мати потенціал, якого у кризові періоди завжди бракує.

Сьогодні фінансово-економічний простір характеризується мінливістю, невизначеністю, затяжною стагна-

цією економіки та спадами на фінансових ринках. Тому робити довгострокові прогнози при формуванні заходів адаптації не буде доцільним, адже стан ринків може кардинально змінитися за рік, не кажучи про 5–10 років, тому й результативність таких прогнозів теж буде низькою. Безумовно, враховувати їх теж потрібно, але все ж таки основну увагу варто приділити прогнозам на 1–3 роки. У зв'язку з цим короткострокове прогнозування, особливо адаптивні моделі, у сучасних умовах набуває актуальності. Проте це не означає, що вони є «ідеальними». Звичайно, навіть у таких моделях може бути досить висока помилка прогнозу, що й зумовлює перевірку отриманих результатів іншими методами прогнозування.

При цьому варто зазначити, що єдиного та універсального методу прогнозування не існує. Насправді їх досить велика кількість – понад 150, проте більшість з них належить швидше до окремих прийомів і процедур. Відповідно до цього можна знайти в науковій літературі різні класифікації, наприклад, на *рис. 1* зображено ту, що розроблена Гейцем В. М.

Вивчаючи адаптивні моделі прогнозування, можна сказати, що вони є моделями дисконтування даних, які здатні швидко пристосовувати свою структуру і параметри до зміни умов. При цьому інструментом прогнозу є математична модель з єдиним фактором «час» [5]. Найпростіша форма адаптивних моделей прогнозування ґрунтується на обчисленні експоненціально зваженої ковзної середньої.

Так, експоненціальне згладжування вирівнює динамічні ряди, які значно коливаються, з метою подальшого прогнозування. На основі використання цього методу надаються обґрунтовані прогнози на підставі рядів динаміки, що мають помірний зв'язок у часі. При цьому більше враховуються показники останніх років.

Якщо звернутися до історії виникнення, то спочатку сутність його полягала в тому, що середні коефіцієнти зростання та параметри рівняння тренду залишалися незмінними незалежно від різних проміжків часу. Проте, як показала практика, це призвело до викривлення прогнозів, тобто вони не відповідали розвитку подій. Цей недолік зумовив необхідність удосконалення даного методу, що привело до появи адаптивних моделей прогнозування. Відповідно до них спостерігається постійна адаптація результатів прогнозу до нової інформації у фінансово-економічному просторі. Таким чином, ці прогнози стають більш чутливі до нових даних, що в кінцевому підсумку збільшує їх точність та репрезентативність.

Сутність вищезазначеного методу полягає у згладжуванні часового ряду за допомогою зваженої плинної середньої, у якій ваги підпорядковані експоненціальному закону. У результаті кожне згладжене значення розраховується шляхом поєднання попереднього згладженого значення і поточного значення часового ряду, яке зважується з урахуванням константи, що згладжує [3]:

$$S_t(y) = a \cdot y_t + (1 - a) \cdot S_{t-1}(y), \quad (1)$$

де  $S_t(y)$  – значення експоненціальної середньої в момент  $t$ ;

$y_t$  – поточне значення ряду динаміки;



Рис. 1. Класифікація методів прогнозування [6]

$S_{t-1}$  – значення експоненціальної середньої в момент  $(t-1)$ ;

$a$  – константа, що згладжує.

При цьому зазначимо, що значення  $a$  завжди знаходиться в діапазоні від 0 до 1. Крім того, у кожному конкретному випадку доцільно обрати найбільш прийнятне значення, тобто те, що краще відповідає даній ситуації. Так, високе значення параметра (понад 0,5) означає надання більшої ваги останніх рівнів ряду, а низьке (менше 0,5) – попереднім спостереженням. Перший випадок свідчить про швидкозмінюючі динамічні процеси фінансово-економічного простору, другий – умовно стабільні, тобто менш динамічні [5].

Якщо формулу (1) подати у вигляді суми фактичного значення рівня і згладженого значення спостереження, що йому передують  $t_2$ , які беруться з відповідними вагами, то в результаті одержимо вираз:

$$\begin{aligned}
 S_t(y) &= ay_1 + (1-a)S_{t-1}(y) = ay_1 + \\
 &+ (1-a) \cdot [ay_{t-1} + (1-a)S_{t-2}(y)] = \\
 &= ay_t + a(1-a)y_{t-1} + (1-a)^2 \cdot [ay_{t-1} + (1-a)S_{t-3}(y)] = \\
 &= ay_t + a(1-a)y_{t-1} + a(1-a)^2 y_{t-2} + \dots \\
 &+ a(1-a)^k + \dots + (1-a)^t y_0.
 \end{aligned} \quad (2)$$

У виразі (2) середнє згладжене значення поєднує в собі всі попередні рівні ряду, а величина  $y_0$  характеризує початкові умови процесу. Коли складемо у формулі (2) всі члени, що містять у собі параметр  $a$ , то одержимо:

$$S_t(y) = a \sum_{j=0}^{t-1} (1-a)y_{t-j} + (1-a)^t y_0. \quad (3)$$

Зауважимо, що у формулі (3) відносна вага кожного попереднього рівня знижується за експонентою в

міру віддалення від моменту, для якого і обчислюється згладжене значення.

Послідовне застосування формули (3) дає можливість обчислити експоненціальну середню через значення усіх рівнів даного ряду динаміки. Крім того, вона визначає експоненціальні середні першого порядку, тобто середні, що отримані безпосередньо при згладжуванні вихідних даних ряду динаміки. Зазначимо, що є випадки, коли тенденція після згладжування вихідного ряду визначена недостатньо чітко. У цьому разі процедуру згладжування повторюють, тобто обчислюють експоненціальні середні 2-го, 3-го та наступних порядків, користуючись такими виразами [3]:

$$\begin{aligned}
 S_t^{[2]}(y) &= a \cdot S_t^{[1]}(y) + (1-a) \cdot S_{t-1}^{[2]}(y); \\
 S_t^{[3]}(y) &= a \cdot S_t^{[2]}(y) + (1-a) \cdot S_{t-1}^{[3]}(y); \\
 &\dots \dots \dots \\
 S_t^{[k]}(y) &= a \cdot S_t^{[k-1]}(y) + (1-a) \cdot S_{t-1}^k,
 \end{aligned} \quad (4)$$

де  $y$  – експоненціальна середня  $k$ -го порядку в точці  $t$  ( $k = 1, 2, \dots, n$ ).

Коли мова йде про практичне використання методу експоненціального згладжування, то виникають складнощі, зокрема:

- вибір значення константи  $a$ ;
- з'ясування початкової умови  $y_0$ .

Насправді цей момент є досить важливим, оскільки від цього залежатиме побудова прогнозу та репрезентативність результатів. Чисельне значення параметра  $a$  впливатиме на швидкість зменшення ваги попередніх спостережень, і, відповідно до цього, на міру

їхнього впливу на рівень, що згладжується. Безумовно, чим більше значення параметра  $a$ , тим меншим є значення попередніх рівнів, а відтак, меншим виявляється вплив експоненціальної середньої. Такий пошук значення параметра згладжування  $i$  є задачею оптимізації, яка полягає в пошуку такого рішення, яке б при мінімальних витратах дало максимальну ефективність, і, головне, з урахуванням обмежень, наприклад, фінансових, матеріальних, часових, інтелектуальних, інформаційних, техніко-технологічних.

Оптимальне значення параметра згладжування можна отримати шляхом підстановки різних його значень, і робити це необхідно доти, доки не знайдемо таке значення  $a$ , за якого отримана найменша дисперсія помилки прогнозування. Ця помилка має бути обчислена або при реалізації процедури згладжування всього ряду динаміки, або на невикористаному проміжку ряду, який залишається для перевірки якості прогнозування. Даній перевірці теж має приділятися значна увага. У роботі [1] подано алгоритм і ряд формул для перевірки якості прогнозів.

Повертаючись до вибору параметра  $y_0$ , що визначає початкові умови, дане питання можна вирішити двома способами [5]:

- ✦ коли є ретроспективні дані (інформація про минулі періоди), то, замість  $y_0$  абсолютно можливим є використання середньої арифметичної всіх наявних рівнів ряду динаміки або якоїсь частини;
- ✦ коли дані про розвиток явища в минулому відсутні, то замість  $y_0$  використовують вихідне (перше) значення рівня ряду динаміки, або можна звернутися до формул Брауна.

Зазначимо, що розрахункові формули (4) можна розглядати для двох випадків: коли часовий тренд описується лінійним рівнянням і коли – квадратичним. Ми зосередимо увагу на першому випадку.

Так, початкові умови для лінійної моделі можна визначити за такими формулами [3]:

$$\begin{aligned} S_t^{[1]}(y) &= \bar{a}_0 - \frac{1-a}{a} \bar{a}_1; \\ S_t^{[2]}(y) &= \bar{a}_0 - \frac{2(1-a)}{a} \bar{a}_1. \end{aligned} \quad (5)$$

Для того, щоб визначити значення  $\bar{a}_0$  та  $\bar{a}_1$ , необхідно прорахувати коефіцієнти рівняння тренду, які отримані методом найменших квадратів. Після цього проводиться розрахунок експоненціальних середніх першого і другого порядків за формулами (6) і здійснюється прогноз ( $\bar{y}_t = \bar{a}_0 + \bar{a}_1 t$ , де  $t$  – величина горизонту прогнозу):

$$\begin{aligned} \bar{a}_0 &= 2S_t^{[1]}(y) - S_t^{[2]}(y); \\ \bar{a}_1 &= \frac{a}{1-a} [S_t^{[1]}(y) - S_t^{[2]}(y)]; \\ \bar{y}_t &= \bar{a}_0 + \bar{a}_1 t. \end{aligned} \quad (6)$$

Після прогнозування визначається помилка прогнозу, розрахунок якої має проводитися обов'язково

(формула (7)) [3]. Так, велике значення помилки свідчить про неадекватність прогнозу та одержання хибних результатів. У цьому разі потрібно буде або змінити часовий ряд, або взяти інші параметри, або переглянути доцільність застосування обраного методу.

$$\begin{aligned} \sigma_{y_t} &= \sigma_y \cdot \sqrt{\frac{a}{(2-a)^3} [1 + 4(1-a) + 5(1-a)^2 + 2a(4-3a)t + 2a^2 t^2]}, \\ \sigma_y &= \sqrt{\frac{\sum (\varepsilon_t - \bar{\varepsilon})^2}{k-1}}, \quad \bar{\varepsilon} = \frac{\sum |\varepsilon_t|}{k-1}, \quad \varepsilon_t = y_t - \bar{y}_t, \end{aligned} \quad (7)$$

де  $a$  – середньоквадратична помилка відхилення ( $\varepsilon_t$ ) від лінійного тренду;

$k$  – число ступенів вільності, яке визначається за числами членів ряду та параметрів вирівняної кривої.

Вищезгадана методика аналогічна й для часового тренду, який описується квадратичним рівнянням. У цьому разі для розрахунку параметра  $a$  використовують формулу, запропоновану Брауном Р. Г. [5]:

$$a = \frac{2}{z+1}, \quad (8)$$

де  $z$  – число рівнів, що входять в інтервал згладжування, яке визначається емпірично.

Реалізація методу експоненціального згладжування на прикладі діяльності підприємств у сучасних умовах фінансово-економічного простору показала його практичну значущість. Тож розглянемо методику його використання в пакеті прикладних програм Statistica 6.0. Наприклад, спрогнозуємо попит на кондитерському ринку України для фірм, взявши за основу обсяг чистої виручки (табл. 1). При цьому зауважимо, що фактор сезонності в даній галузі відсутній, а обсяг попиту характеризується регулярністю та зростаючим трендом.

Так, на основі даних табл. 1 і використовуючи програмний комплекс Statistica 6.0, побудуємо модель експоненціального згладжування з урахуванням тренду та без урахування сезонної компоненти. Для визначення найкращих параметрів моделі використовуємо вбудовану оптимізаційну процедуру з урахуванням середньої абсолютної процентної помилки (рис. 2). Як бачимо з рис. 2, величина середньої абсолютної процентної помилки достатньо невелика (менше 10%), що говорить про високу прогностичну якість отриманої моделі експоненціального згладжування.

Визначимо параметри моделі експоненціального згладжування із заданим параметром згладжування  $a = 0,83$ . Критерієм якості моделі є середня абсолютна процентна помилка. У результаті розрахунків одержимо модель з характеристиками, які подані на рис. 3.

Побудуємо модель з урахуванням лінійного тренду, але без урахування сезонних чинників, тобто використовуватимемо процедуру згладжування за Холтом. З метою пошуку оптимальних параметрів моделі теж застосовуватимемо вбудовану оптимізаційну процедуру (рис. 4).

Обсяг чистої виручки за основними представниками кондитерського ринку за роками\*

Рік	ПАТ «Харківська бісквітна фабрика»	ПАТ «Київська кондитерська фабрика «Рошен»	АТ ВО «КОНТІ»	ПАТ «АВК»	Усього
2003	215554	82442,2	372002	509688	1179686
2004	278828	124645	908771	653987	1966231
2005	359273	133482,5	660779,3	957689,5	2111224
2006	428742,9	178618,8	1025987	983884,4	2617233
2007	483493,1	304856	1819636	1245632	3853617
2008	577769	517878	2012365	1775123	4883135
2009	698521	415771	2444231	2058746	5617269
2010	863247	548833	3015072	2548961	6976113
2011	942223	908771	3515036	3000897	8366927
2012	885144	671554	3393051	3090077	8039826
2013	867996	497620	3554186	3041509	7961311

Примітка: \* – дані стосовно чистої виручки подані в гривнях.

Джерело: складено на основі [7 – 10].

Спост.	Експ. згладж.: $S_0 = 183E3$ $T_0 = 652E2$ (Табл. даних 1) Лін. тренд, немає сезон.; Альфа = 1,00 Гамма = 0,00 Y1		
	Y1	Згладжений ряд	Залишки
1	215554,0	248176	-32622
2	278828,0	280798	-1970
3	359273,0	344072	15201
4	428742,9	424517	4226
5	483493,1	493987	-10494
6	577769,0	548737	29032
7	698521,0	643013	55508
8	863247,0	763765	99482
9	942223,0	928491	13732
10	885144,0	1007467	-122323
11	867996,0	950388	-82392
12		933240	
13		998484	
14		1063729	

Рис. 2. Вихідні дані, згладжені дані, помилки (для ПАТ «Харківська бісквітна фабрика»)

Спост.	Експ. згладж.: $S_0 = 591E2$ $T_0 = 466E2$ (Табл. даних 1) Демпф. тренд, немає сезон.; Альфа = ,838 Гамма = 0,00 Фи = ,891 Y2		
	Y2	Згладжений ряд	Залишки
1	82442,2	100661,6	-18219
2	124645,0	122386,1	2259
3	133482,5	157239,2	-23757
4	178618,8	166698,6	11920
5	304856,0	202854,2	102002
6	517878,0	311646,0	206232
7	415771,0	505241,5	-89470
8	548833,0	448774,0	100059
9	908771,0	549114,8	359656
10	671554,0	865200,5	-193646
11	497620,0	716016,9	-218397
12		544665,4	
13		555059,0	
14		564319,7	

Рис. 3. Вихідні дані, згладжені дані, помилки моделі експоненціального згладжування з  $a = 0,83$  (для ПАТ «Київська кондитерська фабрика «Рошен»)

Визначимо параметри моделі експоненціального згладжування із заданими параметрами згладжування  $a = 1$ . Критерієм якості моделі є та ж середня абсолютна процентна помилка (рис. 5).

Таким чином, згідно з критерієм якості, усі моделі адекватні та будуть давати реальні прогнози, оскільки середні абсолютні похибки знаходяться в допустимих межах (табл. 2).

Звичайно, як і решта методів, експоненціальне згладжування має переваги та недоліки. Серед переваг назвемо його точність, що зростає зі збільшенням числа рівнів динамічного ряду, а головними недоліками є: відсутність чіткої схеми для вибору оптимальної величини параметра згладжування ( $a$ ), зменшення точності прогнозу зі збільшенням прогнозного інтервалу. Даний метод прогнозування міститься у програмних комплексах Statistica 6.0, Eviews Enterprise Edition 7.0.0.1, тобто достатньо правильно обрати значення константи  $a$  та визначитися з початковими умовами. Безумовно, обмежуватися лише цим методом не варто, але використовувати його як доповнення до інших буде раціонально.

На розглянутому прикладі ми переконалися, що експоненціальне згладжування має практичну цінність та є найпростішою формою адаптивних моделей. У зв'язку з цим у подальших наших дослідженнях спробуємо адаптувати та вдосконалити дану методику для прогнозування параметрів розвитку банків. Це дасть змогу на основі короткострокових прогнозів розробляти заходи з адаптації банків, що спрямовані на розвиток, а відтак, і можливість підвищувати конкурентоспроможність.

## ВИСНОВКИ

Отже, адаптивні моделі прогнозування дають можливість відобразити, як у часі зміню-

Спост.	Експ. згладж.: S0 = 213ЕЗ T0 = 318ЕЗ (Табл. даних 1) Лін. тренд, немає сезон.; Альфа = 0,00 Гамма = ,003		
	УЗ	Згладжений ряд	Залишки
1	372002	531111	-159109
2	908771	849330	59441
3	660779	1167548	-506769
4	1025987	1485766	-459779
5	1819636	1803985	15651
6	2012365	2122203	-109838
7	2444231	2440422	3809
8	3015072	2758640	256432
9	3515036	3076858	438178
10	3393051	3395077	-2026
11	3554186	3713295	-159109
12		4031514	
13		4349732	
14		4667950	

**Рис. 4. Вихідні дані, згладжені дані, помилки моделі експоненціального згладжування з  $a = 0$  (для АТ ВО «КОНТИ»)**

Спост.	Експ. згладж.: S0 = 383ЕЗ T0 = 253ЕЗ (Табл. даних 1) Лін. тренд, немає сезон.; Альфа = 1,00 Гамма = 0,00		
	У4	Згладжений ряд	Залишки
1	509688	636279	-126591
2	653987	762870	-108883
3	957690	907169	50520
4	983884	1210872	-226987
5	1245632	1237067	8566
6	1775123	1498814	276309
7	2058746	2028305	30441
8	2548961	2311928	237033
9	3000897	2802143	198754
10	3090077	3254079	-164002
11	3041509	3343259	-301750
12		3294691	
13		3547873	
14		3801055	

**Рис. 5. Вихідні дані, згладжені дані, помилки моделі експоненціального згладжування з  $a = 1$  (для ПАТ «АВК»)**

Таблиця 2

**Агреговані результати розрахунків за моделями**

Показник чистої виручки	Модель прогнозування	Параметри	Вид моделі	Адекватність
ПАТ «Харківська бісквітна фабрика»	Модель Холта	$\alpha = 1$ $\gamma = 0$	$\hat{Y}_{t+p} = L_t + p \cdot T_t$	6,5 %
ПАТ «Київська кондитерська фабрика «Рошен»	Модель з демпфлеваним трендом	$\alpha = 0,838$ $\gamma = 0$ $\phi = 0,891$	$S_t = S_{t-1} + \phi T_{t-1} + \alpha \cdot e_t$	12,88 %
АТ ВО «КОНТИ»	Модель Холта	$\alpha = 1$ $\gamma = 0,003$	$\hat{Y}_{t+p} = L_t + p \cdot T_t$	8,4 %
ПАТ «АВК»	Модель Холта	$\alpha = 1$ $\gamma = 0$	$\hat{Y}_{t+p} = L_t + p \cdot T_t$	10,7 %

ються динамічні властивості ряду, враховуючи цінність інформації членів часового ряду. Застосування адаптивних моделей у розробці заходів адаптації є доцільним, особливо сьогодні, у нестабільних і невизначених умовах розвитку фінансово-економічного простору. У зв'язку з цим адаптивні моделі, які спрямовані на короткострокове прогнозування, дають змогу точніше оцінити значення динамічного ряду в порівнянні з іншими моделями прогнозування.

На початковому етапі використання адаптивної моделі визначаються поточні значення параметрів. Далі на основі їх значень здійснюється прогноз на один крок вперед. При цьому порівнюється отримане фактичне значення від прогнозного, різниця між якими і є помилкою прогнозу. Ця помилка використовується для коригування параметрів моделі для того, щоб вони відповідали реальній динаміці ряду.

На наступному кроці при прогнозуванні теж визначається помилка прогнозу, і параметри моделі знову коригуються. Таким чином, відбувається підбір найкращого параметра моделі на основі так званих «пробних прогнозів», які застосовуються на даних минулого періоду.

Практична реалізація адаптивних моделей показала, що вони є достатньо гнучкими, але не універсальними. Саме тому для отримання адекватної моделі необхідним є врахування найімовірніших закономірностей розвитку того процесу чи явища, яке прогнозується.

Сьогодні адаптивні моделі використовуються для прогнозування параметрів функціонування підприємств різних галузей економіки. На нашу думку, доцільним було б їхнє застосування і для прогнозування розвитку банків та небанківських фінансово-кредитних установ з метою розробки ефективних заходів з адаптації в сучасних мінливих умовах фінансово-економічного простору, що є предметом подальших досліджень. ■

**ЛІТЕРАТУРА**

- Бідюк П. І.** Інформаційна система підтримки прийняття рішень для прогнозування фінансово-економічних процесів на основі структурно-параметричної адаптації моделей / П. І. Бідюк, О. М. Трофимчук, А. В. Федоров // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2011. – № 6. – С. 42–53.
- Глуцєвський В. В.** Розвиток методології моделювання система адаптивного управління економічними об'єктами / В. В. Глуцєвський // Моделювання та інформаційні системи в економіці: зб. наук. праць ДВНЗ «Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана». – 2012. – Вип. 86. – С. 15–31.
- Грабовецький Б. Є.** Економічне прогнозування і планування: навч. посіб. / Б. Є. Грабовецький. – К.: Центр навчальної літератури, 2003. – 188 с.
- Клебанова Т. С.** Прогнозування показників фінансової діяльності підприємства житлово-комунального господарства за допомогою адаптивних моделей / Т. С. Клебанова, О. О. Рудаченко // Бізнес Інформ. – 2015. – № 1. – С. 143–148.
- Матвієнко Т. В.** Дослідження короткострокового прогнозування – модель Брауна / Т. В. Матвієнко, О. В. Цеслів [Елек-

тронний ресурс]. – Режим доступу : [http://probl-economy.kpi.ua/pdf/2009\\_49.pdf](http://probl-economy.kpi.ua/pdf/2009_49.pdf)

6. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування : підруч. / В. М. Гець, Т. С. Клебанова, О. І. Черняк, В. В. Іванов, Н. А. Дубровіна, А. В. Ставицький. – Х. : ВД «ІНЖЕК», 2005. – 396 с.

7. Офіційний сайт АТ ВО «КОНТИ» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.konti.com/ua>

8. Офіційний сайт ПАТ «АВК» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://avk.ua/ua/>

9. Офіційний сайт ПАТ «Київська кондитерська фабрика «Рошен» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.smida.gov.ua/db/participant/00382125>

10. Офіційний сайт ПАТ «Харківська бісквітна фабрика» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://biscuit.com.ua>

11. Писар Н. Б. Застосування методів прогнозування при формуванні стратегії розвитку підприємства / Н. Б. Писар // Актуальні проблеми розвитку економіки регіону. – 2013. – Вип. 9(1). – С. 82–88 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.pu.if.ua/depart/Finances/resource/file/%D0%97%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA/2012-2/%D0%9F%D0%B8%D1%81%D0%B0%D1%80.pdf>

12. Соколова Л. В. Оцінка ефективності функціонування організаційно-економічної системи адаптації підприємства до мінливого бізнес-середовища / Л. В. Соколова // Економіка і регіон. – 2014. – № 1(2). – С. 95–98.

13. Татарнікова Н. І. Економіко-математичне моделювання управління адаптацією трудового потенціалу підприємства / Н. І. Татарнікова // Вісник Львівського національного університету імені Івана Франка. Серія економічна. – 2010. – Випуск 32. – С. 298–304.

14. Чугунов І. Я. Фінансово-економічне прогнозування і планування : монографія / І. Я. Чугунов, Т. Г. Затонацька, А. В. Ставицький. – К. : НДФІ, 2007. – 312 с.

15. Экономико-математические методы и прикладные модели : учебник для бакалавров / В. В. Федосеев, А. Н. Гармаш, И. В. Орлова. – М. : Юрайт, 2012. – 328 с.

16. Brillinger, D. *New Directions in Time Series Analysis: Part II / D. Brillinger and other.* – N.Y. : Springer-Verlag, 1993.

17. Brockwell, P. J. *Time Series: Theory and Methods / P. J. Brockwell, R. A. Davis.* – N.Y. : Springer-Verlag, 1987.

18. Brown, L. D. Editorial: Comparing Judgemental to Extrapolative Forecasts: It's Time to Ask why and when / L. D. Brown // *International Journal of Forecasting.* – 1988. – № 4. – P. 171–173.

19. Mills, T. C. *The Econometric Modeling of Financial Time Series / T. C. Mills.* – Cambridge : Cambridge University Press, 1993. – 247 p.

## REFERENCES

АТ ВО «КОНТИ» : ofitsiyni sait. <http://www.konti.com/ua>  
Bidiuk, P. I., Trofymchuk, O. M., and Fedorov, A. V. "Informatsiina systema pidtrymky pryiniattia rishen dlia prohnozuvannia finansovo-ekonomichnykh protsesiv na osnovi strukturno-parametrychnoi adaptatsii modelei" [Information decision support system for forecasting financial and economic processes based on structural adaptation parametric models]. *Naukovi visti NTUU «KPI»*, no. 6 (2011): 42-53.

Brillinger, D. et al. *New Directions in Time Series Analysis.* New York: Springer-Verlag, 1993.

Brockwell, P. J., and Davis, R. A. *Time Series: Theory and Methods.* New York: Springer-Verlag, 1987.

Brown, L. D. "Editorial: Comparing Judgemental to Extrapolative Forecasts: It's Time to Ask why and when". *International Journal of Forecasting*, no. 4 (1988): 171-173.

Chuhunov, I. Ya., Zatonatska, T. H., and Stavyskyi, A. V. *Finansovo-ekonomichne prohnozuvannia i planuvannia* [Financial and economic forecasting and planning]. Kyiv: NDFI, 2007.

Fedoseev, V. V., Garmash, A. N., and Orlova, I. V. *Ekonomiko-matematicheskie metody i prikladnye modeli* [Economic-mathematical methods and applied models]. Moscow: Yurayt, 2012.

Heiets, V. M. et al. *Modeli i metody sotsialno-ekonomichnoho prohnozuvannia* [Models and methods of social and economic forecasting]. Kharkiv: INZhEK, 2005.

Hlushchevskyi, V. V. "Rozvytok metodolohii modeliuвання systemy adaptivnoho upravlinnia ekonomichnyimi ob'ektyami" [Development of modeling methodology of adaptive management of economic objects]. *Modeliuвання ta informatsiini systemy v ekonomitsi*, no. 86 (2012): 15-31.

Hrabovetskyi, B. Ye. *Ekonomichne prohnozuvannia i planuvannia* [Economic forecasting and planning]. Kyiv: Tsentr navchalno-literaturny, 2003.

Klebanova, T. S., and Rudachenko, O. O. "Prohnozuvannia pokaznykiv finansovoi diialnosti pidpriemstva zhytlovo-komunalnoho hospodarstva za dopomohoiu adaptivnykh modelei" [Forecasting financial performance enterprise Housing using adaptive models]. *Biznes Inform*, no. 1 (2015): 143-148.

Matviienko, T. V., and Tsesliv, O. V. "Doslidzhennia korotkostrokovoho prohnozuvannia – model Brauna" [The study short-term forecasting – Model Brown]. [http://probl-economy.kpi.ua/pdf/2009\\_49.pdf](http://probl-economy.kpi.ua/pdf/2009_49.pdf)

Mills, T. C. *The Econometric Modeling of Financial Time Series.* Cambridge: Cambridge University Press, 1993.

ПАТ «АВК» : ofitsiyni sait. <http://avk.ua/ua/>

ПАТ «Kyivska kondyterska fabryka «Roshen» : ofitsiyni sait. <http://www.smida.gov.ua/db/participant/00382125>

ПАТ «Kharkivska biskvitna fabryka» : ofitsiyni sait. <http://biscuit.com.ua>.

Pysar, N. B. "Zastosuvannia metodiv prohnozuvannia pry formuvanni stratehii rozvytku pidpriemstva" [Application of forecasting in the formation of development strategy]. <http://www.pu.if.ua/depart/Finances/resource/file/%D0%97%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA/2012-2/%D0%9F%D0%B8%D1%81%D0%B0%D1%80.pdf>

Sokolova, L. V. "Otsinka efektyvnosti funktsionuvannia orhanizatsiino-ekonomichnoi systemy adaptatsii pidpriemstva do minlyvoho biznes-seredovyscha" [Evaluation of the efficiency of the organizational and economic system of enterprise adaptation to a changing business environment]. *Ekonomika i rehion*, no. 1 (2) (2014): 95-98.

Tatarnikova, N. I. "Ekonomiko-matematychne modeliuвання upravlinnia adaptatsiieiу trudovoho potentsialu pidpriemstva" [Economic-mathematical modeling of adaptation of the labor potential of the enterprise]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Franka. Seriya ekonomichna*, no. 32 (2010): 298-304.