

## Оцінка вартості об'єктів нерухомості за допомогою авторегресійної моделі спрощеного вигляду

**Ганна Прохорова**

головна судова експертка,

Закарпатський НДЕКЦ МВС України, м. Ужгород, Україна,

ORCID: <http://orcid.org/0009-0007-4373-6885>, e-mail: [anna.didovskysya@gmail.com](mailto:anna.didovskysya@gmail.com)

*На основі загальнодоступних даних сформовано модель часової матричної залежності між загальним поточним рівнем цін (інфляції) в національному господарстві та її впливом на кінцеву динаміку цін товарів та послуг (зокрема, нерухомості).*

**Ключові слова:** макроекономічні моделі; часовий лаг; оцінка нерухомості.

## Valuation of Real Estate Facilities Using a Simplified Autoregressive Model

**Hanna Prokhorova**

*Based on publicly available data, the author develops a model of time-dependent matrix between the general current price level (inflation) in the national economy and its impact on the final dynamics of prices of goods and services (in particular, real estate).*

**Keywords:** macroeconomic models; time lag; real estate valuation.

Авторегресійна модель часових рядів є предметом математико-статистичного аналізу, що дає змогу достовірно оцінити значення чергового члену математичного ряду, спираючись на значення попередніх членів.

Для часового ряду, що складається з  $n$  членів, для точності розрахунків значення  $n$ -го члена здійснюється з урахуванням значень певної кількості  $p$  або всіх  $n-1$  членів ряду, що розміщені перед досліджуванним. Кожному із попередніх членів ряду на підставі статистичних даних присвоюється ваговий коефіцієнт, що відображає його вплив на значення останнього в часовому ряді члена. Для члена ряду  $X$  у момент часу  $t$  ( $X_t$ ) справедливою є рівність (1):

$$X_t = c + \sum_{i=1}^p a_i X_{t-i} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

де:

$a_1, \dots, a_p$  — параметри моделі (авторегресійні коефіцієнти);

$c$  — певна стала (для спрощення формулювання моделі часто її значення приймається рівним 0);

$\varepsilon_t$  — «білий шум», параметр, випадкова величина, що впливає на значення величини  $X_t$ .

Найпростішим прикладом авторегресійного процесу є випадок, коли встановлюється стійка взаємозалежність між поточним членом ряду ( $X_t$ ) та попереднім ( $X_{t-1}$ ), тобто рівність має вигляд (2):

$$X_t = c + a_1 X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Для трьох послідовних членів ряду ( $i_{\max} = 2$ ) залежність між поточним членом ряду та двома попередніми вираз виглядатиме так (3):

$$X_t = c + a_1 X_{t-1} + a_2 X_{t-2} + \varepsilon_t \quad (3)$$

У випадку статистичного спостереження можна поетапно визначити критичну часову межу значення величини ( $t_{\text{крит.}}$ ), за якої ваговий коефіцієнт ( $c_{\text{крит.}}$ ) впливу величини  $X_{\text{крит.}}$  на досліджувану  $X_t$  наблизиться до 0. Після досягнення даного часового порогу

достатньо обмежитися кількістю тих показників  $X_t$ , що розташовані до критичного моменту часу.

Оцінка вартості об'єктів нерухомості не може підкорятися звичайній функціональній залежності між ціною об'єкту та чинником типу  $y = f(x)$ , за якої існує стійкий зв'язок між  $x$  та  $y$ , і значення аргументу обираються довільно. Причиною цього є багаточинність моделі, що дає змогу визначити лише приблизний взаємозв'язок між величинами:  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_{t-1}, x_t)$ .

Для знаходження вагових коефіцієнтів в авторегресійній моделі оцінювання вартості нерухомості формується первинний інтервал, для визначення «робочих» вагових коефіцієнтів, що будуть застосовуватися в моделі. Перевіркою того, що отримані значення коефіцієнтів зберігаються протягом тривалого проміжку часу, є близькість прогнозованого значення та реального статистичного вартості нерухомості. Для аналізу дієвості авторегресійної моделі доцільно використовувати показники, що відображають як макроекономічний стан державного господарства так і ті індикатори, що мають безпосередній вплив на діяльність суб'єктів господарства окремо один від одного. Завдяки взаємному впливу «гравців» економіки один на одного, функціонування одного господарського блоку впливає на інші сектори.

Через це як ключовий індикатор використовується зміна рівня інфляції в країні, що відображатиме загальну тенденцію зміни рівня цін на товари та послуги в національному господарстві.

Використовуючи показники інфляції в Україні [1] можна сформулювати авторегресійну модель прогнозу значення даного показника на певний проміжок часу в майбутньому. На основі нього — зміну рівня цін на нерухомість, також на споріднених ринках та в галузях економіки.

З цією метою використано метод авторегресії, підґрунтям якої є використання різницевого темпорального рівняння виду  $x_n = f(x_{n-1}, \dots, x_{n-3})$ . Для визначення кожного наступно-

го значення прогнозованого рівня інфляції кожному з трьох попередніх статистично доступних значень присвоюється певний ваговий коефіцієнт.

Він відображає залежність поточного значення від попередньої динаміки досліджуваного показника, тобто визначається матриця коефіцієнтів [1] (часовий лаг  $k = 3$ ):

$$CX_{t-3} = X_t \quad (4),$$

де:

$X_t$  — матриця поточних значень загального рівня інфляції;

$X_{t-3}$  — матриця попередніх значень загального рівня інфляції, для кожного з членів матриці  $X$ ;

$C$  — матриця шуканих коефіцієнтів.

З формули (4) отримуємо:

$$C = X_t X_{t-3}^{-1} \quad (5),$$

де:

$X_{t-3}^{-1}$  — матриця, обернена до  $X_{t-3}$ .

Опустивши розрахунки отримання базових отриманих коефіцієнтів, одержуємо таке графічне представлення практичного значення інфляції та теоретично розрахованого з використанням вагових коефіцієнтів (рис. 1) на основі формули (5):

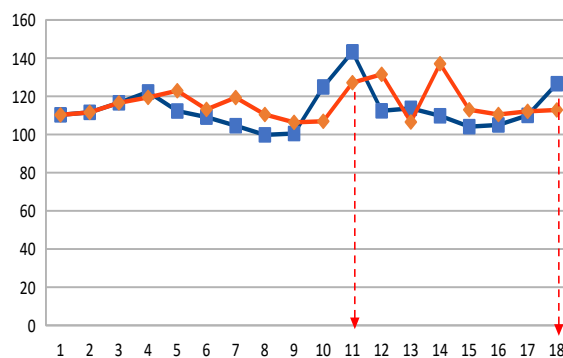


Рис. 1. Динаміка індексу практичного рівня інфляції (синій колір) та теоретичного (червоний), 2005—2022 рр.

Отримані дані, відображені на графіку, демонструють три значні піки з різким стрибком показника інфляції (точка 4 відповідає 2008-му року, тобто початку світової фінансово-економічної кризи; точка 11 — початку вторгнення Російської Федерації на територію Кримського півострову та До-

нецького басейну, їх окупацію у 2014 році; точка 18 — початок повномасштабної російсько-української війни 2022 року). Фактичним лагом запізнення реакції зміни цін на товари та послуги (зокрема, і об'єкти нерухомості) становить один рік.

На основі аналізу статистичних даних та запропонованої матричної моделі виявлено приблизні параметри, що характеризують часовий лаг затримки реакції секторів на-

ціонального господарства на екстернальні шоки, інтенсивність їх подальшого впливу на економічну динаміку як всіх економічних блоків загалом, так і кожного окремо. Не є винятком і ринок нерухомості.

### ***Перелік джерел посилання***

Офіційний сайт Державного комітету статистики України. URL: <https://ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 01.09.2024).