ред. В. В. Храпкіної, К. В. Пічик. Київ : НаУКМА, 2024. С. 626-634. DOI: https://doi.org/10.35668/978-966-518-843-8

4. Debela I. Hybrid model based on multiplicative aggregation of objective indicators for long-term consumer price index forecasting Economic Scope. 2026. No.213. P.431–438. URL: https://doi.org/10.30838/EP.213.431-438

5. Новікова Ю., Романенко Т., Кравченко В. Математичне моделювання багатовимірних процесів у задачах. Наука і техніка сьогодні. 2026. № 3 (57). С. 2732-2740. DOI: https://doi.org/10.52058/2786-6025-2026-3(57)-2732-2740

УДК 332.2:631.11

ПРОГНОЗУВАННЯ ОРЕНДНОЇ ПЛАТИ ЗА ЗЕМЛІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ОСНОВІ МУЛЬТИПЛІКАТОРА «ЦІНА / ОРЕНДА»

Юлія Кислякова

Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

Науковий керівник: О. Є. Богатєнкова,
асистент Миколаївський національний аграрний університет

Орендна плата – основний дохід власників паїв, головна стаття витрат аграріїв і значне джерело доходів громад: у I кварталі 2025 р. оренда комунальної землі сформувала 54,7 % податкових надходжень громад, пов’язаних з обігом сільгоспземель [1]. Оренда залишається домінувальним видом земельних правочинів: у січні-травні 2025 р. укладено 144,8 тис. договорів оренди проти 51,6 тис. угод купівлі-продажу, тобто майже втричі більше [1]. Водночас ряди ринкових орендних цін короткі: торги правами оренди комунальних земель на платформі Prozorro.Продажі проводяться лише з кінця 2021 р. [1], тому складні моделі часових рядів тут непридатні. Ціна купівлі та оренда взаємопов’язані: за регресійною оцінкою KSE, зростання середньої орендної плати в сільраді на 1 % відповідає зростанню ціни землі на 0,21 % [1].

Мета роботи – перевірити, чи можна за коротким рядом спрогнозувати орендну плату через мультиплікатор «ціна / оренда» та чи точніший такий прогноз за сезонний наївний.

Використано опубліковані KSE Агроцентром середньозважені за площею показники: ціну купівлі-продажу всіх проданих сільгоспземель P і річну орендну плату на земельних торгах для комунальних земель R (обидва в тис. грн/га) за I кв. 2023 – III кв. 2024 та травень 2025 р. [1-4]. Ціну наведено для 7 кварталів, оренду – для 6, оскільки значення оренди за IV кв. 2023 р. знайти не вдалося. Методика очищення даних у різних оглядах KSE може відрізнятися (для травня 2025 р. відкинуто по 5 % найдешевших і найдорожчих ділянок) [1], тому порівняння наближене. Мультиплікатор (кількість років оренди, що відповідає ціні) обчислювали за (1); тренд ціни оцінено методом найменших квадратів за 7 кварталами (t = 1…7) за (2); орендну плату на II кв. 2025 р. (t^* = 10) прогнозували за (3), де $\bar{k}$ – середнє значення мультиплікатора за 6 кварталів [5]:

$$k_t = \frac{P_t}{R_t} \quad (1)$$

$$\hat{P}_t = a + b \cdot t \quad (2)$$

$$\hat{R} = \frac{a + b \cdot t_*}{\bar{k}} \quad (3)$$

Прогноз порівнювали з фактичною орендою квітня (12,0) та травня 2025 р. (14,6 тис. грн/га) [1] за середньою абсолютною процентною похибкою (MAPE) [6]:

$$\text{MAPE} = \frac{100}{h} \sum_{j=1}^{h} \frac{|R_j - \hat{R}_j|}{R_j} \quad (4)$$

де R_j і $\hat{R}_j$ – фактична та прогнозна оренда, h = 2 – кількість місяців порівняння. Еталоном слугував сезонний наївний прогноз – оренда II кв. 2024 р. (8,3 тис. грн/га).

Вихідні дані й розрахунки наведено в табл. 1 і на рис. 1. У 2023–2024 рр. ціна зросла з 34,8 до 45,4 тис. грн/га (на 30,5 %), а оренда знизилась з 8,9 до 7,5 тис. грн/га (на 15,7 %), тому мультиплікатор збільшився з 3,91 до 6,05 року (середнє 4,97, σ = 0,74). У травні 2025 р. він знизився до 3,57, що узгоджується з оцінкою KSE «близько 3,5 року оренди» [1]. Тренд ціни: $\hat{P} = 32{,}69 + 1{,}78 \cdot t$ ($R^2 = 0{,}948$); прогноз на II кв. 2025 р. – 50,5 тис. грн/га, що на 3,1 % нижче за фактичну ціну травня (52,1).

Таблиця 1. Ціна землі, оренда на торгах і мультиплікатор

Період	P, тис. грн/га	R, тис. грн/га	k = P/R, років
I кв. 2023	34,8	8,9	3,91
II кв. 2023	36,4	8,2	4,44
III кв. 2023	38,5	7,4	5,20
IV кв. 2023	37,8	–	–
I кв. 2024	42,2	8,5	4,96
II кв. 2024	43,6	8,3	5,25
III кв. 2024	45,4	7,5	6,05
Травень 2025	52,1	14,6	3,57

За формулою (3) прогноз оренди становить 10,2 тис. грн/га, тоді як фактично було 12,0 у квітні й 14,6 у травні: MAPE = 22,9 % (15,3 і 30,4 %). Сезонний наївний прогноз (8,3) дає MAPE = 37,0 % (30,8 і 43,2 %). Отже, мультиплікаторний підхід точніший за еталон, але систематично занижує оренду, оскільки в 2025 р. мультиплікатор різко знизився (рис. 1). Мультиплікатор, який за прогнозної ціни 50,5 точно відтворив би фактичну оренду, становить 4,21 у квітні та 3,46 у травні, тобто на 15 і 30 % нижче за середнє 4,97.

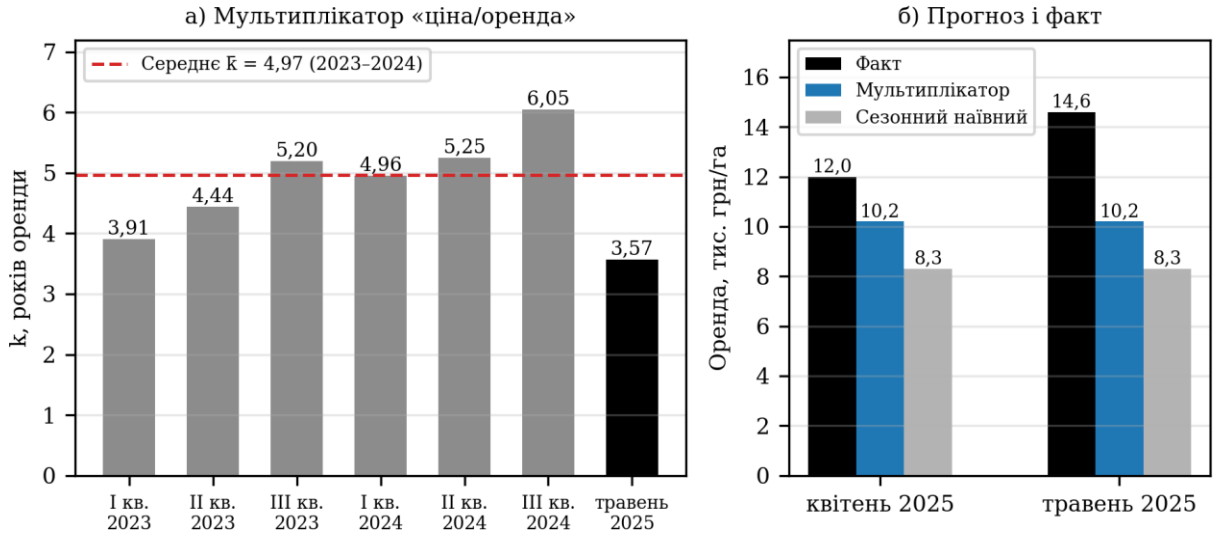


Рис. 1. Мультиплікатор «ціна / оренда» (а) та порівняння прогнозів оренди із фактом (б)

Для перевірки стійкості розраховано мультиплікатор за річними показниками 2024 р.: ціна 44,3 тис. грн/га і середньозважена оренда на торгах 9,306 тис. грн/га [1] дають k = 4,76, що близьке до середнього 4,97. Прогноз за цим значенням – 10,6 тис. грн/га (MAPE = 19,5 %: 11,6 % у квітні та 27,3 % у травні), тобто висновок якісно не змінюється. Водночас річна оренда 2024 р. (9,3) перевищує кожне з трьох відомих квартальних значень (8,5; 8,3; 7,5), тож у IV кварталі 2024 р. оренда, імовірно, була помітно вищою, а мультиплікатор – нижчим за 6,05: зниження k могло початися ще до 2025 р. Це наближена оцінка, бо показники мають різну методику розрахунку.

Динаміка у 2025 р. випереджає цінову: від II кв. 2024 р. до квітня-травня 2025 р. оренда зросла на 45-76 % (8,3 → 12,0-14,6), а ціна – на 19,5 % (43,6 → 52,1). Для порівняння, еластичність 0,21 із

регресії KSE для таких приростів оренди відповідала б зростанню ціни лише на 9-16 %; ця оцінка є перерізовою і наведена як ілюстрація, а не як прогноз. Практично важливо, що прогноз доцільно подавати як діапазон. Табл. 2 показує чутливість оренди до мультиплікатора та прогнозної ціни: за ціни 50,5 і k від 3,57 до 6,05 оренда становить 8,3-14,1 тис. грн/га, а похибка ціни у ±5 % змінює результат лише на 0,4-0,7 тис. грн/га, тобто головна невизначеність пов'язана з мультиплікатором, а не з ціною.

Таблиця 2. Чутливість прогнозу оренди $\hat{R} = \hat{P}/k$, тис. грн/га

k, років	$\hat{P}$ = 48,0	$\hat{P}$ = 50,5	$\hat{P}$ = 53,0
3,57 (травень 2025)	13,4	14,1	14,8
4,00	12,0	12,6	13,2
4,50	10,7	11,2	11,8
4,97 (середнє 2023–2024)	9,7	10,2	10,7
5,50	8,7	9,2	9,6
6,05 (максимум)	7,9	8,3	8,8

Можливі причини зниження мультиплікатора у 2025 р. KSE пов'язує зі сприятливою кон'юнктурою агробізнесу після збиткових 2022-2023 рр. і появою нового орієнтира – аукціонів Земельного банку: середня оренда державних земель на торгах (20,8 тис. грн/га) у 2,6 раза перевищує комунальну (8,1 тис. грн/га), а на аукціон державної землі припадає в середньому 9,2 цінової пропозиції проти 3 для комунальної [1]. Ми цієї гіпотези причинно не перевіряли. Крім того, мультиплікатор 3,6-6,1 значно нижчий за рівень капіталізації 20, який KSE приймає в модельних розрахунках [1], а частка угод за ціною, близькою до нормативної грошової оцінки, складала 54 % у 2023 р., 47 % у 2024 р. і 44 % у 2025 р. [1]. Це узгоджується з висновком KSE про можливе заниження офіційних цін купівлі, тобто реальний мультиплікатор може бути вищим.

Обмеження: ряд містить лише 7 спостережень, а показники відрізняються за визначенням (оренда комунальних земель на торгах не дорівнює оренді приватних паїв; квартальні дані порівнюються з місячними; методика очищення цін неоднакова). Значення ціни за IV кв. 2023 та I кв. 2024 р. узято з вторинного джерела [4]; перевірка охоплює лише два місяці, тому результат ілюстративний, а відмінність у точності між методами статистично не перевірялася.

Висновки. Мультиплікатор «ціна / оренда» в 2023-2024 рр. зростав (3,91 → 6,05), а в травні 2025 р. знизився до 3,57. Прогноз оренди II кв. 2025 р. за середнім мультиплікатором (10,2 тис. грн/га) мав MAPE 22,9 % проти 37,0 % у сезонного наївного, але занизив фактичні значення; заміна на річний мультиплікатор 2024 р. дає MAPE 19,5 %. Практично доцільно подавати прогноз як діапазон за можливими значеннями мультиплікатора (8,3-14,1 тис. грн/га) і стежити за його відхиленням як індикатором переоцінки оренди.

Список використаних джерел

1. Земельний ринок в Україні: фінальний аналітичний огляд / KSE Агроцентр. Київ, 2025. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2025/06/Zemelniy-rinok-v-Ukrayini.pdf (дата звернення: 15.10.2026).

2. Капіталізація ринку сільгоспземель за результатами 3-го кварталу 2024 року зросла на 332 млрд грн або на 3,9 млрд дол. США. Kyiv School of Economics. 2024. 4 листоп. URL: https://kse.ua/ua/about-the-school/news/kapitalizatsiya-rinku-silgospzemel-za-rezultatami-3-go-kvartalu-2024-roku-zrosla-na-332-mlrd-grn-abo-na-3-9-mlrd-dol-ssha/ (дата звернення: 15.10.2026).

3. Земельний ринок в Україні: аналітичний огляд за 3 квартал та вересень 2023 року / KSE Агроцентр. Київ, 2023. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2023/10/Analitichnii---oglyad-stanu-zemelnogo-rinku-v-Ukrai--ni.-Tretii---kvartal-2023.pdf (дата звернення: 15.10.2026).

4. Ціни на товарну землю зросли майже до 47 тис. грн/га. AgroPortal.ua. URL: https://agroportal.ua/news/ukraina/cini-na-tovarnu-zemlyu-pidnyalisya-mayzhe-do-47-tis-grn-ga (дата звернення: 15.10.2026).

5. Hyndman R. J., Athanasopoulos G. Forecasting: Principles and Practice. 3rd ed. Melbourne : OTexts, 2021. URL: https://otexts.com/fpp3/ (дата звернення: 15.10.2026).

6. Hyndman R. J., Koehler A. B. Another look at measures of forecast accuracy. International Journal of Forecasting. 2006. Vol. 22, No. 4. P. 679-688. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2006.03.001.

УДК 004.032.26

ПОРІВНЯННЯ ТОЧНОСТІ ТА СТАБІЛЬНОСТІ СТАТИСТИЧНИХ І НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ МІСЯЧНОГО СЕЗОННОГО РЯДУ

Віолетта Кім

Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

Науковий керівник: О. Є. Богатєнкова,
асистент Миколаївський національний аграрний університет

Прогнозування часових рядів лежить в основі планування в економіці, енергетиці та агровиробництві, а нейромережеві моделі нині часто протиставляють класичним статистичним. Проте порівняння на 1045 місячних рядах змагання M3 показало, що розглянуті методи машинного навчання поступалися статистичним за точністю на всіх горизонтах і потребували більше обчислювальних ресурсів [1]; водночас гібридні схеми намагаються поєднати переваги обох підходів [2]. Для користувача важлива не лише середня точність, а й відтворюваність результату: нейромережа, навчена двічі з різними початковими вагами, може давати різні прогнози. Ще одна методична проблема – оцінювання на єдиному розбитті «навчання / тест», яке випадково може сприяти одному з методів; тому рекомендують повторювати оцінювання на кількох початках прогнозу [5].

Мета роботи – порівняти точність і стабільність статистичних методів (Holt-Winters, SARIMA) та багатошарового перцептрона (MLP) під час прогнозування сезонного ряду як на одному розбитті з горизонтом 24 місяці, так і за ковзним початком прогнозу з горизонтом 12 місяців.

Використано відкритий ряд міжнародних авіаперевезень пасажирів (тис. осіб) за 144 місяці 1949-1960 рр. [3], отриманий з набору AirPassengers (R datasets) засобами бібліотеки statsmodels. Основне розбиття: навчальна вибірка – 1949-1958 рр. (n = 120), тестова – 1959-1960 рр. (h = 24). Порівнюються: сезонний наївний прогноз (базовий рівень); модель Holt–Winters з адитивним трендом і мультиплікативною сезонністю [4, 5]; SARIMA(0,1,1)(0,1,1)12 для логарифмованого ряду, тобто «модель авіалінії» [3]:

$$(1-B)(1-B^{12})\,ln\,y_t \;=\; (1+\theta B)(1+\Theta B^{12})\,\varepsilon_t \qquad (1)$$

де B – оператор зсуву назад, θ і Θ – параметри ковзного середнього, ε_t – білий шум. Порядок моделі задано апріорі й не підбирався за тестовими даними; на основній навчальній вибірці отримано $\theta = -0{,}342$ і $\Theta = -0{,}541$. Параметри згладжування Holt-Winters оцінено автоматично ($\alpha = 0{,}364$; $\beta \approx 0$; $\gamma = 0{,}636$), тобто нахил тренду фактично не змінюється з часом.

MLP має один прихований шар (tanh), вхід із 12 останніх стандартизованих логарифмічних приростів і один вихід – наступний приріст; навчання методом L-BFGS із L2-регуляризацією 0,01. Кількість нейронів обрано з {4, 8, 16} за помилкою на останніх 12 місяцях навчальної вибірки (обрано 16); прогноз на кілька кроків вперед – рекурсивний, результат перетворюється назад до рівнів ряду. Для оцінки стабільності MLP навчали 30 разів із різними початковими вагами, а «ансамблем» називаємо середнє прогнозів цих запусків. Точність оцінювали за показниками:

$$\text{MAPE} \;=\; \frac{100}{h}\sum_{t=1}^{h}\frac{|y_t-\hat{y}_t|}{y_t} \qquad (2)$$