

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА КІЛЬКІСНИЙ АНАЛІЗ ДИНАМІКИ КРЕДИТНИХ ОПЕРАЦІЙ ПРИВАТБАНКУ

ЗАДОРЖНА Анна Володимирівна

кандидатка фізико-математичних наук, доцентка,
доцентка кафедри цифрової економіки та бізнес-аналітики
Львівського національного університету імені Івана Франка
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9258-1679>

ПРИМАК Назар Андрійович

здобувач освітнього рівня «бакалавр»
Львівського національного університету імені Івана Франка
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-8955-1690>

Анотація. У статті досліджено динаміку кредитних операцій ПриватБанку із використанням методів економіко-математичного моделювання та кількісного аналізу. На основі часових рядів побудовано та порівняно альтернативні трендові моделі, які оцінено за показниками R^2 та MAPE. Встановлено, що квадратична модель найкраще описує характер зміни досліджуваного показника. На її основі здійснено точкове прогнозування, розраховано довірчі інтервали та оцінено варіацію залишків, що дозволило визначити точність і надійність моделі. Отримані результати підтверджують доцільність застосування кількісних методів та елементів прикладної економетрики для аналізу банківських процесів і можуть бути використані в подальших дослідженнях кредитної динаміки.

Ключові слова: кредитні операції, економіко-математичне моделювання, кількісний аналіз, прикладна економетрика, часові ряди, трендова модель, прогнозування, MAPE, довірчі інтервали, банківська система.

Постановка проблеми. Сучасний банківський сектор розвивається в умовах, коли кредитні операції суттєво впливають на формування доходів і фінансову стійкість банків. Водночас динаміка кредитних показників є нестабільною і нерідко має нелінійний характер через вплив ринкових факторів. Це ускладнює їх аналіз за допомогою традиційних підходів. За таких умов зростає роль кількісних методів, які дозволяють виявляти закономірності змін кредитного портфеля та будувати відповідні моделі. Окрему увагу слід приділити вибору трендової моделі, яка найкраще описує поведінку даних і забезпечує достатню точність прогнозування. Важливим також є оцінювання якості побудованих моделей та перевірка надійності отриманих результатів. Саме цим визначається актуальність та доцільність дослідження.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У сучасних наукових працях значна увага приділяється дослідженню динаміки банківського кредитування та моделюванню кредитних процесів із використанням економетричних і статистичних методів. Зокрема, роботи вітчизняних науковців спрямовані на вивчення тенденцій кредитної активності, структурних змін у банківському секторі та впливу

макроекономічних факторів на обсяги кредитування [1; 2]. Окремо підкреслюється важливість ефективної кредитної політики банків і управління кредитними ризиками як ключових чинників забезпечення стабільності фінансової системи [3; 4]. Закордонні дослідження підкреслюють перевагу часових рядів і прогнозних моделей у кредитуванні [5; 6]. Найчастіше використовуються VAR, ARIMA та інші економетричні підходи, які дозволяють описувати динаміку кредитних процесів у часі та враховувати вплив зовнішніх факторів [5]. Разом із тим, такі моделі є доволі складними і потребують значного обсягу даних та коректної специфікації.

У дослідженнях ARIMA-підхід широко застосовується для прогнозування кредитних ставок і динаміки банківських показників [6], а також для моделювання зростання кредитного портфеля [7]. Це підтверджує доцільність використання часових рядів як базового інструменту економіко-математичного аналізу кредитних процесів. Водночас у сучасній літературі відзначається, що фінансові показники можуть мати нелінійний характер розвитку, зокрема змінний темп зростання або спаду [8]. У таких умовах лінійні моделі не завжди забезпечують достатню точність опису динаміки.

Додатково розвиваються підходи на основі машинного навчання, які поєднують часові ряди з алгоритмами штучного інтелекту для підвищення якості прогнозування кредитного ризику [9; 10]. Це розширює інструментарій аналізу банківських процесів і підсилює прогностичні можливості моделей.

Огляд публікацій свідчить про доцільність використання нелінійних трендових моделей для аналізу кредитної динаміки.

Мета статті. Полягає в дослідженні динаміки кредитних операцій ПриватБанк на основі методів економіко-математичного моделювання та кількісного аналізу.

Виклад основних результатів. ПриватБанк належить до системно важливих банків України, що накладає на нього підвищені регуляторні вимоги щодо капіталу, ліквідності та управління ризиками. У кредитному сегменті він посідає лідируючі позиції передусім у роздрібному напрямку. За підсумками 2024 р. банк займає 29 % іпотечного ринку та 30 % ринку автокредитування. Чистий кредитний портфель банку станом на кінець 2024 р. перевищив 112 млрд грн, що на 20,7 млрд грн більше порівняно з попереднім роком. Із метою структуризації його ринкових позицій та стратегічних перспектив було проведено SWOT-аналіз (рис. 1).

SWOT ANALYSIS

STRENGTHS:

- 1) Лідируюча позиція на ринку України за кількістю клієнтів та обсягами активів
- 2) Державна підтримка, яка реалізована через додаток
- 3) Широка мережа відділень та банкоматів по усій країні та високий рівень довіри від клієнтів

OPPORTUNITIES

- 1) Розвиток цифрових послуг та fintech-рішень
- 2) Розширення кредитування малого та середнього бізнесу
- 3) Участь у процесі відновлення держави після війни, коли стимулюватиметься попит на кредити

WEAKNESSES:

- 1) Висока частка проблемних кредитів, сформованих у попередні роки
- 2) Залежність від державної політики та регуляторних рішень
- 3) Обмежена гнучкість у прийнятті управлінських рішень

THREATS

- 1) Макроекономічна нестабільність та воєнні ризики
- 2) Потенційне збільшення частки неповернених кредитів та зростання кредитних ризиків
- 3) Посилення конкуренції з боку інших банків та fintech-компаній

Рис. 1. SWOT-аналіз АТ КБ «ПриватБанк».
Джерело: побудовано авторами на основі [11; 12].

Для реалізації поставлених завдань побудовано вибірку вихідних даних, де y – обсяг чистого кредитного портфеля ПриватБанку за мінусом сформованих резервів, що найбільш повно характеризує реальну кредитну активність банку (табл. 1).

Таблиця 1

Вихідні дані для моделювання динаміки кредитного портфеля ПриватБанку

| Рік | Квартал | Період (t) | Обсяг портфеля, млрд грн (y) |
|------|---------|------------|------------------------------|
| 2019 | 1 | 1 | 54,8 |
| | 2 | 2 | 57,3 |
| | 3 | 3 | 59,8 |
| | 4 | 4 | 61,0 |
| 2020 | 1 | 5 | 63,2 |
| | 2 | 6 | 57,9 |
| | 3 | 7 | 58,3 |
| | 4 | 8 | 56,8 |
| 2021 | 1 | 9 | 60,3 |
| | 2 | 10 | 64,3 |
| | 3 | 11 | 67,4 |
| | 4 | 12 | 70,2 |
| 2022 | 1 | 13 | 76,3 |
| | 2 | 14 | 78,0 |
| | 3 | 15 | 73,9 |
| | 4 | 16 | 71,4 |
| 2023 | 1 | 17 | 71,3 |
| | 2 | 18 | 79,9 |
| | 3 | 19 | 93,2 |
| | 4 | 20 | 95,6 |
| 2024 | 1 | 21 | 98,1 |
| | 2 | 22 | 106,7 |
| | 3 | 23 | 113,1 |
| | 4 | 24 | 117,0 |

Джерело: розроблено авторами на основі [13]

Для первинного аналізу динаміки та виявлення загальних тенденцій кредитного портфеля банку було побудовано графік вихідного часового ряду (рис. 2). Його аналіз свідчить про наявність зростаючого тренду та нерівномірний характер динаміки. У 2020 р. спостерігалось певне уповільнення темпів зростання через наслідки пандемії COVID-19, а у 2022 р. відбулося зниження та стагнація портфеля, спричинені повномасштабним вторгненням і необхідністю формування значних резервів під кредитні збитки. Починаючи з 2023 р. зростання кредитного портфеля прискорилося завдяки адаптації банку до умов воєнного стану та активізації кредитування. Нерівномірність динаміки свідчить про те, що лінійна функція може бути недостатньо точною, що обумовлює доцільність використання нелінійних трендових моделей.

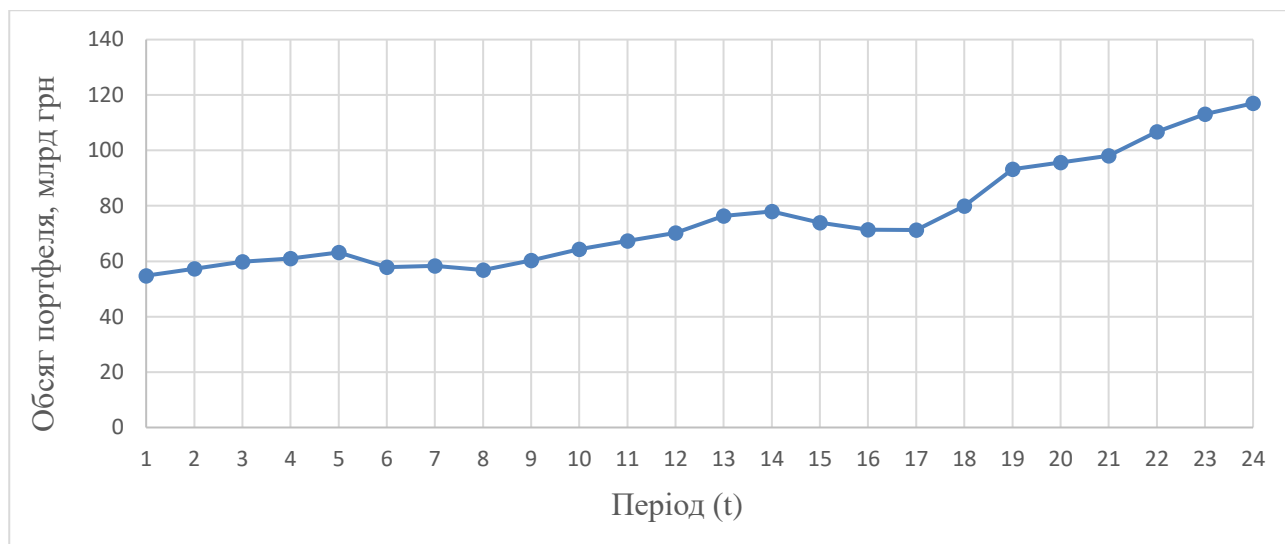


Рис. 2 Динаміка обсягу кредитного портфеля АТ КБ «ПриватБанк» (2019–2024 рр.)

Джерело: побудовано на основі [13]

Для моделювання динаміки кредитного портфеля побудовано чотири трендові моделі: лінійну, квадратичну, експоненційну та логарифмічну. Параметри кожної моделі визначено методом найменших квадратів із використанням часового фактора t як незалежної змінної. Лінійна модель описує рівномірне зростання показника та має вигляд:

$$\hat{y} = 44,8 + 2,43t, \quad (1)$$

де коефіцієнт 2,43 показує середній приріст кредитного портфеля на 2,43 млрд грн за квартал.

Квадратична модель дозволяє врахувати зміну темпів зростання портфеля, особливо у 2023–2024 рр.:

$$\hat{y} = 60,69 - 1,23t + 0,15t^2. \quad (2)$$

Від’ємний коефіцієнт при t свідчить про початкове уповільнення динаміки, тоді як додатний коефіцієнт при t^2 відображає подальше прискорення зростання кредитного портфеля.

Логарифмічна модель відображає зростання з поступовим уповільненням темпів приросту:

$$\hat{y} = 36,47 + 17,01\ln(t). \quad (3)$$

Проте логарифмічна модель менш точно описує динаміку кредитного портфеля, оскільки не враховує прискорення його зростання у 2023–2024 рр.

Експоненційна модель застосовується для опису пропорційного зростання кредитного портфеля:

$$\hat{y} = 49,74e^{0,03 \cdot t}, \quad (4)$$

Коефіцієнт 0,03 характеризує середній темп квартального зростання на рівні близько 3 %.

Для вибору моделі проведено порівняльний аналіз побудованих функцій за коефіцієнтом детермінації R^2 та середньою абсолютною відсотковою похибкою (MAPE) (табл. 2). Результати розрахунків показали, що квадратична модель має найвищий коефіцієнт детермінації ($R^2 = 0,95$) та найменше значення MAPE (5 %), що свідчить про високу точність апроксимації. Таким чином, саме квадратичну модель обрано для подальших прогностичних розрахунків обсягів кредитного портфеля АТ КБ «ПриватБанк».

Таблиця 2

Порівняльна оцінка прогностуючої якості моделей тренду

| Тип моделі тренду | Коефіцієнт детермінації (R^2) | Середня похибка (MAPE), % |
|-------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Лінійна | 0,83 | 9 |
| Квадратична | 0,95 | 5 |
| Експоненційна | 0,89 | 7 |
| Логарифмічна | 0,56 | 14 |

Джерело: обчислено авторами на основі [13]

Від’ємний коефіцієнт при t (-1,23) відображає початкове уповільнення динаміки кредитного портфеля, що пов’язано з наслідками пандемії COVID-19 у 2020 р. та формуванням резервів під кредитні збитки у 2022 р. після початку повномасштабного вторгнення. Додатний коефіцієнт при t^2 (+0,15) свідчить про подальше прискорення зростання кредитного портфеля у 2023–2024 рр. Це підтверджує доцільність використання квадратичної моделі для опису динаміки кредитування.

На основі квадратичної моделі здійснено середньостроковий прогноз обсягів чистого кредитного портфеля АТ КБ «ПриватБанк» на 2025–2026 рр. Прогнозні значення отримано шляхом підстановки відповідних значень часового параметра t у рівняння моделі (2). Результати розрахунків наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Точковий прогноз обсягів чистого кредитного портфеля АТ КБ «ПриватБанк» на 2025–2026 рр.

| Рік | Квартал | Період (t) | Прогнозне значення \hat{y} , млрд грн | Абсолютний приріст, млрд грн | Темп приросту, % |
|------|---------|------------|---|------------------------------|------------------|
| 2025 | 1 | 25 | 121,57 | 4,57 | 3,91 |
| 2025 | 2 | 26 | 127,82 | 6,25 | 5,14 |
| 2025 | 3 | 27 | 134,36 | 6,54 | 5,12 |
| 2025 | 4 | 28 | 141,20 | 6,84 | 5,09 |
| 2026 | 1 | 29 | 148,33 | 7,13 | 5,05 |
| 2026 | 2 | 30 | 155,75 | 7,42 | 5,00 |
| 2026 | 3 | 31 | 163,47 | 7,72 | 4,95 |
| 2026 | 4 | 32 | 171,48 | 8,01 | 4,90 |

Джерело: обчислено авторами на основі квадратичної моделі

Модель прогнозує стале зростання кредитного портфеля ПриватБанку протягом усього горизонту прогнозування. До кінця 2026 р. портфель прогнозується на рівні 171,48 млрд грн, що означає сукупне зростання на 46,56 % відносно бази. Квартальний

темپ приросту поступово стабілізується на рівні близько 5 %, що є наслідком дії додатного коефіцієнта при t^2 у рівнянні моделі.

Точковий прогноз дає лише найбільш вірогідне значення показника, однак не відображає невизначеності, пов'язаної з відхиленням реальних даних від теоретичної кривої. Для її врахування побудовано 95 % довірчий інтервал прогнозу. Стандартне відхилення залишків моделі розраховано за формулою:

$$S = \sqrt{(\sum(y_t - \hat{y}_t)^2 / (n - k))}. \quad (5)$$

За результатами обчислень стандартне відхилення залишків становить $S = 4,42$ млрд грн.

Гранична похибка прогнозу для кожного прогнозного кварталу t_p обчислюється за формулою:

$$\Delta_{tp} = t_{кр} \cdot S \cdot \sqrt{(1 + 1/n + (t_p - \bar{t})^2 / \sum(t_i - \bar{t})^2)}, \quad (6)$$

де $t_{кр}$, \bar{t} та $\sum(t_i - \bar{t})^2$ стандартні параметри розрахунку довірчого інтервалу.

Нижня та верхня межі довірчого інтервалу обчислюються як $\hat{y} \pm \Delta_{tp}$. Результати інтервального прогнозу наведено в табл. 4.

Таблиця 4

**Інтервальний прогноз обсягів чистого кредитного портфеля АТ КБ
«ПриватБанк» на 2025–2026 рр.**

| Рік | Квар-тал | Період (t) | Точковий прогноз \hat{y} , млрд грн | Гранична похибка, млрд грн | Нижня межа інтервалу, млрд грн | Верхня межа інтервалу, млрд грн | Ширина інтервалу, млрд грн |
|------|----------|------------|---------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| 2025 | 1 | 25 | 121,57 | 9,96 | 111,61 | 131,54 | 19,93 |
| 2025 | 2 | 26 | 127,82 | 10,06 | 117,76 | 137,88 | 20,12 |
| 2025 | 3 | 27 | 134,36 | 10,16 | 124,20 | 144,52 | 20,32 |
| 2025 | 4 | 28 | 141,20 | 10,27 | 130,93 | 151,47 | 20,54 |
| 2026 | 1 | 29 | 148,33 | 10,38 | 137,95 | 158,71 | 20,77 |
| 2026 | 2 | 30 | 155,75 | 10,50 | 145,25 | 166,25 | 21,00 |
| 2026 | 3 | 31 | 163,47 | 10,63 | 152,84 | 174,09 | 21,25 |
| 2026 | 4 | 32 | 171,48 | 10,76 | 160,72 | 182,23 | 21,51 |

Джерело: обчислено авторами на основі [13]

Ширина довірчого інтервалу закономірно зростає у міру віддалення від останнього фактичного спостереження – з 19,93 млрд грн для першого кварталу 2025 р. до 21,51 млрд грн для четвертого кварталу 2026 р. Це пояснюється збільшенням значення виразу $(t_p - \bar{t})^2 / 1150$ у формулі граничної похибки.

Для 2025 р. гранична похибка становить 9,96–10,27 млрд грн, для 2026 р. – 10,38–10,76 млрд грн, що відображає типове для середньострокових прогнозів зростання невизначеності.

Нижня межа інтервалу на кінець 2026 р. становить 160,72 млрд грн, верхня – 182,23 млрд грн, що відповідає діапазону можливих сценаріїв розвитку кредитного портфеля.

Результати прогнозування представлено на рис. 3, де суцільною лінією показано фактичну динаміку, пунктиром – точковий прогноз, а блакитною областю – 95 % довірчий інтервал.

Прогнозована динаміка узгоджується із загальними тенденціями розвитку банківського сектору України. Стабільне зростання кредитного портфеля ПриватБанку

у 2025–2026 рр. може підтримуватися сукупністю факторів: поступовим зниженням облікової ставки НБУ з 25 % у 2022 р. до поточного рівня, продовженням державних програм пільгового кредитування, зростаючим попитом населення на споживче та іпотечне кредитування, а також розширенням цифрової клієнтської бази через «Приват24».



Рис. 3. Фактична динаміка та прогноз обсягу чистого кредитного портфеля АТ КБ «ПриватБанк» на 2025-2026 рр.

Джерело: побудовано авторами на основі квадратичної моделі

Висновки. У роботі проведено моделювання динаміки кредитного портфеля ПриватБанку на основі квартальних даних за 2019–2024 рр. Побудовані трендові моделі дозволили описати основні тенденції зміни обсягів кредитування та визначити найбільш адекватну функціональну форму. Показано, що квадратична модель є найбільш точною за критеріями апроксимації та краще відображає зміну темпів розвитку кредитного портфеля, зокрема перехід від стагнації до зростання. Прогноз на 2025–2026 рр. свідчить про збереження позитивної динаміки кредитування. Водночас зі збільшенням горизонту прогнозу зростає невизначеність, що характерно для нестабільного макроекономічного середовища. Отримані результати можуть бути використані для планування кредитної діяльності банків, оцінювання сценаріїв розвитку кредитного портфеля та підтримки управлінських рішень у сфері кредитного ризик-менеджменту.

Список використаної літератури

1. Людкоўська Ю., Абдуллаєва А. Оцінка сучасних тенденцій банківського кредитування в Україні протягом 2018-2023 років. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 56. DOI : <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-109>
2. Бондаренко Л., Яремкович М. Тенденції розвитку банківського кредитування в Україні в умовах економічної нестабільності. *Економіка та суспільство*. 2025. Вип. 82. DOI : <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-82-138>
3. Щербіюк А., Ткачук Н. Сучасні підходи до управління кредитним ризиком банку: теоретичні засади та практичні інструменти. *Економіка та суспільство*. 2024.

Вип. 63. DOI : <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-63-27>

4. Modeling Bank Credit Risk Management Using Value at Risk and Fuzzy Logic Approaches. URL : <https://www.mdpi.com/1911-8074/14/5/211>

5. Emile du Plessis. Dynamic forecasting of banking crises with a Qual VAR. *Journal of Applied Economics*. 2022. Vol. 25, Is. 1. P. 477–503. DOI : <https://doi.org/10.1080/15140326.2020.1816132>

6. Khondokar Jilhajj. Forecasting Lending Interest Rate and Deposit Interest Rate of Bangladesh Using the Autoregressive Integrated Moving Average Model. *International Journal of Economics and Financial Issues*. 2023. Vol. 13(3), P. 169–177. DOI : <https://doi.org/10.32479/ijefi.14321>

7. Doan Van Dinh. Forecasting Domestic Credit Growth Based on ARIMA Model. *Management Science Letters*. 2020. Vol. 10. P. 1001–1010. DOI : <https://doi.org/10.14710/medstat.13.1.1-12>

8. Fallanca M. G., Forgione A. F., Otranto O. Forecasting the macro determinants of bank credit quality: a non-linear perspective. *The Journal of Risk Finance*. 2020. Vol. 21 No. 4. DOI : <https://doi.org/10.1108/JRF-10-2019-0202>

9. Masini R. P., Medeiros M. C., Mendes E. F. Machine Learning Advances for Time Series Forecasting. *Journal of Economic Surveys*. 2023. 37(1), P. 76–111. DOI : <https://doi.org/10.1111/joes.12429>

10. Advancing credit risk assessment using time series and machine learning techniques. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169023X25000850>

11. Мінфін: ПриватБанк сплатить до держбюджету понад 40,9 млрд грн податку на прибуток за результатами 2024 року. URL : https://mof.gov.ua/uk/news/minfin_privatbank_splatit_do_derzhbiudzhetu_ponad_409_mlr_d_grn_podatku_na_pributok_za_rezultatami_2024_roku-5018

12. Малому та середньому бізнесу. URL : <https://privatbank.ua/business>

13. Наглядова статистика. Офіційне інтернет-представництво Національного банку України. URL : <https://bank.gov.ua/ua/statistic/supervision-statist#1>

Дата надходження статті: 15.04.2026

Дата прийняття статті: 23.04.2026

Дата публікації статті: 31.05.2026