

АДАПТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ БАНКІВ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

©2026 ШАБЕЛЬНИК Т. В., ХОДАРЕВ Я. М.

УДК 336.71:519.86:355.4
JEL: C61; C65; H56; G21; G32

Шабельник Т. В., Ходарев Я. М. Адаптивне моделювання економічного розвитку банків України в умовах воєнного стану

Для побудови адекватної моделі оцінювання економічного розвитку банків стандартних показників прибутковості в умовах невизначеності, що спричинена сучасними кризовими подіями в Україні, вже недостатньо. Необхідним є використання системи індикаторів, які відображають життєздатність банку в умовах воєнного стану та його готовність до відновлення. Метою дослідження є розроблення адаптивної моделі оцінювання економічного розвитку банків України в умовах кризових подій та високого ступеня невизначеності для побудови на її основі ефективних стратегій економічного розвитку. На основі аналізу теоретичних і методологічних аспектів сучасних досліджень розвитку банківської системи України в роботі обґрунтовано, що економічний розвиток банку в умовах невизначеності потребує впровадження процесів безперервної адаптації внутрішніх бізнес-моделей до воєнних і макроекономічних шоків для забезпечення здатності банку зберігати соціально-економічну цінність для клієнтів і держави. Інтегральний показник оцінювання економічного розвитку банку визначено через функцію чотирьох субіндексів: фінансової стійкості, ліквідності, технологічної стійкості та фактора ризику. Обґрунтовано використання адитивної залежності показників з мультиплікативним коригуванням на фактор ризику. Запропоновано рекомендаційну систему оцінювання вагових коефіцієнтів для моделі економічного розвитку банків України. З метою забезпечення операційної придатності економіко-математичної моделі оцінювання економічного розвитку банку та змістовної інтерпретації для прийняття управлінських і регуляторних рішень розроблено інтерпретаційну шкалу значень інтегрального показника економічного розвитку банку. Запропонована в роботі адаптивна модель оцінювання економічного розвитку банків України базується на підході мультиплікативного коригування факторів ризику та застосуванні апарату нечіткої логіки для визначення значень параметрів ризику, що забезпечує комплексну та кількісно вимірювану оцінку економічного розвитку банків України в умовах кризових подій та високого ступеня невизначеності. Модель підлягає щорічному перекалібруванню в міру накопичення даних і зміни регуляторного середовища.

Ключові слова: адаптивне моделювання; модель оцінювання; економічний розвиток; воєнний стан; фактори ризику; апарат нечіткої логіки; банки України.

Табл.: 6. Формул.: 7. Бібл.: 15.

Шабельник Тетяна Володимирівна – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економічної кібернетики і системного аналізу, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харків, 61165, Україна)

E-mail: tanya.shabelnik17@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9798-391X>

Ходарев Ярослав Миколайович – аспірант кафедри економічної кібернетики і системного аналізу, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харків, 61165, Україна)

E-mail: y.khodarev@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1251-7985>

UDC 336.71:519.86:355.4
JEL: C61; C65; H56; G21; G32

Shabelnyk T. V., Khodarev Ya. M. Adaptive Modeling of the Economic Development of Banks in Ukraine Under Martial Law

Building an adequate model to assess the economic development of banks using standard profitability indicators is no longer enough in conditions of uncertainty caused by current crisis events in Ukraine. It is necessary to use a set of indicators that reflect a bank's viability under martial law and its readiness for recovery. The aim of this study is to develop an adaptive model for assessing the economic development of Ukrainian banks during crises and high uncertainty, in order to create efficient strategies for economic growth based on it. Based on the analysis of theoretical and methodological aspects of modern research on the development of Ukraine's banking system, the work substantiates that a bank's economic development in uncertain conditions requires the implementation of continuous adaptation processes of internal business models to wartime and macroeconomic shocks to ensure the bank's ability to maintain socioeconomic value for clients and the State. The integral indicator for assessing a bank's economic development is defined through a function of four sub-indices: financial stability, liquidity, technological resilience, and risk factor. The use of an additive relationship of indicators with multiplicative adjustment for the risk factor is substantiated. A recommendation system for evaluating weight coefficients for the economic development model of Ukrainian banks is proposed. To ensure the practical usability of the economic-mathematical model for evaluating a bank's economic development and to provide meaningful interpretation for management and regulatory decisions, an interpretive scale for the values of the integral indicator of a bank's economic development has been developed. The adaptive model for assessing the economic development of Ukrainian banks proposed in this work is based on a multiplicative adjustment of risk factors and the use of fuzzy logic tools to determine risk parameter values, providing a comprehensive and quantitatively measurable assessment of the economic development of Ukrainian banks during crises and high uncertainty. The model is subject to annual recalibration as data accumulates and the regulatory environment changes.

Keywords: adaptive modeling; assessment model; economic development; martial law; risk factors; fuzzy logic tools; Ukrainian banks.

Tabl.: 6. Formulae: 7. Bibl.: 15.

Shabelnyk Tetiana V. – D. Sc. (Economics), Professor, Head of the Department of Economic Cybernetics and System Analysis, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Nauky Ave., Kharkiv, 61165, Ukraine)

E-mail: tanya.shabelnik17@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9798-391X>

В умовах 2022–2026 років банківська система України стає унікальним об'єктом для вивчення, оскільки вона демонструє аномальну стійкість у стані перманентної невизначеності. Об'єктивна необхідність адаптації вітчизняного банківського сектора до викликів воєнного часу, критичне зростання кредитних ризиків через втрату активів на окупованих територіях та потреба в упровадженні високоефективних математичних моделей для прийняття управлінських рішень в умовах стратегічної невизначеності визначають вибір та актуальність теми дослідження, що зумовлена необхідністю докорінного перегляду підходів до оцінювання фінансової стійкості банківського сектора в умовах екзогенних шоків, зокрема воєнного характеру. Традиційні моделі прогнозування, що базуються на стабільних трендах, виявилися малоефективними в реаліях невизначеності, що спричинена повномасштабним вторгненням.

Військові дії змінили сутність банківських ризиків. До стандартних ринкових і кредитних ризиків додалися критичні геополітичні, інфраструктурні та безпекові фактори. Розробка моделей, здатних інтегрувати ці нелінійні змінні, є нагальним завданням для забезпечення виживання фінансових інституцій України.

В умовах сучасного дефіциту бюджету та руйнації промислових активів України здатність банків акумулювати ресурси та підтримувати ліквідність стає вже питанням економічного суверенітету. Аналіз розвитку банків у кризових умовах дозволяє превентивно виявляти точки вразливості та запобігати таким чином системним кризам.

Кризові події вимагають переходу від установлених методів аналізу до підходів інтегрованої адаптивної стійкості із урахуванням ризиків. Традиційні моделі оцінювання ризиків або стандартні методики НБУ потребують доповнення, зокрема інструментами нечіткої логіки для оцінювання «глибини» невизначеності, яка не піддається стандартному імовірнісному розподілу.

АНАЛІЗ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У 2022–2026 роках наукова думка досліджень розвитку банківської системи пройшла шлях від «шокової констатації» до «моделювання відновлення». Аналіз наукового доробку за темою свід-

чить про зміну парадигми дослідження банківського сектора від класичного ризик-менеджменту до теорії антикрихкості й адаптивного моделювання. Розглянемо основні теоретичні та методологічні аспекти досліджень визначеної проблематики.

Показовою в дослідженні первинного шоку є праця О. Еркес, О. Калити, Т. Сундук «Банківська система України в умовах війни» (Erkes O., Kalyta O., Sunduk T. Banking System of Ukraine in War) [1]. Автори фокусуються на операційній безперервності, фіксують стан банківської системи в момент найвищої невизначеності, виділивши критичні зони: відтік ліквідності, фізичне знищення активів та збої в платіжних системах. Однак, з погляду 2026 року, ці дослідження мають обмеження, оскільки вони не враховували довгостроковий вплив «воєнної інфляції» та трансформацію структури активів. Через обмеженість статистичних даних на момент написання роботи висновки базуються на короткострокових трендах. Дослідження слугує ілюстрацією «точки входу» в кризу, але не пропонує довгострокових прогнозних моделей, які стали актуальними лише у 2025–2026 роках.

Згодом ці напрацювання продовжили Н. Аванесова та І. Бакало [2]. Науковці впроваджують поняття «динамічної стійкості», де банк розглядається як система, що розвивається всупереч руйнівним факторам. Автори переходять від аналізу виживання до моделювання розвитку. Використовуючи методи економіко-математичного моделювання, вони оцінюють параметри капіталізації з урахуванням тривалого воєнного конфлікту. Дослідження акцентує на здатності банків генерувати прибуток навіть за високих відрахувань у резерви. Та попри високу актуальність, модель авторів може бути вразливою до різких змін у податковому законодавстві (наприклад, аномально високих податків на прибуток банків у 2024–2025 рр.), що потребує додаткового калібрування в умовах 2026 року.

Однією з центральних у звітах НБУ (2024–2025 рр.) є проблема непрацюючих кредитів (NPL) [3]. Критичний аналіз цих джерел указує на те, що традиційні моделі скорингу (наприклад, логістична регресія) у 2022–2023 роках демонстрували низьку прогностичну здатність. Більшість науковців до 2023 року покладалися на ретроспективні дані, що в умовах воєнного стану веде до упереджених висновків.

Сучасні дослідження пропонують перехід до моделей, які враховують геопросторові дані (близькість до лінії фронту, ризик обстрілів) [4–6].

Звіти МВФ і аналітика НБУ формують методологічну базу для стрес-тестування. Проте, як зазначають М. Дзямулич, І. Крупка, Є. Андрущак та ін., існує певний методологічний розрив: державні регулятори схильні до консервативних оцінок, тоді як комерційні банки у своїх внутрішніх моделях змушені бути більш агресивними в пошуку прибутковості [7]. Це створює конфлікт між «безпекою» та «розвитком», який у 2026 році став ключовим для моделей стратегічного планування. У статті [7] науковці вперше детально змоделювали вплив нефінансових чинників енергетичного терору (блек-аутів) та масштабних кібератак на стійкість банків. Автори доводять, що цифрова трансформація стала ключовим захисним механізмом, а не просто сервісною перевагою. Але моделі, запропоновані авторами, є дещо техноцентричними. Вони фокусуються на збереженні функціональності систем, залишаючи поза увагою глибинну деградацію кредитного портфеля, яка має відкладений ефект.

У наукових публікаціях 2025 року з'являється новий вектор: фінансова інклюзія та цифрова стійкість. Дослідження показують, що банки з вищою часткою онлайн-процесів показали кращі результати розвитку [8–10]. Це дозволяє стверджувати, що цифровізація є не просто сервісом, а компонентом моделі капіталізації.

Проведений огляд свідчить, що більшість авторів розглядають ризики воєнного стану окремо (або лише кібер, або лише кредитні). В умовах перманентної воєнної невизначеності традиційні лінійні моделі прогнозування розвитку банків (що базуються на ретроспективних фінансових показниках) втрачають свою репрезентативність. І, отже, ефективне моделювання економічного розвитку банків України в сучасних реаліях можливе за умови впровадження підходів інтегрованої адаптивної стійкості із урахуванням ризиків.

Визначення «економічного розвитку банку» в останні роки трансформувалося від простого кількісного зростання активів до складної концепції адаптивної спроможності та цифрової зрілості. У сучасних наукових дослідженнях автори акцентують на різних аспектах розвитку в умовах мінливого середовища.

Аванесова Н. Е. та Бакало І. І. у контексті воєнних дій визначають розвиток через призму стійкості. Економічний розвиток банківської установи в умовах конфлікту визначається як здатність системи не лише зберігати операційну цілісність, а й формувати нові канали генерації доходу через

цифровізацію та адаптацію кредитної політики до специфічних потреб економіки воєнного стану [2].

Дзямулич М. та ін. акцентують на технологічному базисі. Розвиток банку в сучасних умовах визначається як перехід від традиційної посередницької моделі до моделі екосистеми, де ключовим показником успіху є рівень цифрової інклюзії клієнтів та мінімізація операційних витрат завдяки автоматизації бізнес-процесів [7].

Згідно з підходами фахівців, що досліджували допандемійний і пандемійний періоди, розвиток банку можна визначити як багатовекторний процес зміни стану системи, що супроводжується зростанням її адаптивного потенціалу, підвищенням якості активів та забезпеченням стабільної прибутковості в довгостроковій перспективі [11–13].

Отже, економічний розвиток банку в умовах невизначеності потребує впровадження процесів безперервної адаптації внутрішніх бізнес-моделей до воєнних і макроекономічних шоків, що мають базуватися на інтеграції цифрових інновацій, динамічному управлінні капіталом і здатності банку зберігати соціально-економічну цінність для клієнтів і держави.

Для побудови адекватної моделі оцінювання економічного розвитку банків стандартних показників прибутковості вже недостатньо. Необхідно використовувати систему індикаторів, які відображають життєздатність банку в умовах воєнного стану та його готовність до відновлення.

МЕТА РОБОТИ

Метою статті є розроблення адаптивної моделі оцінювання економічного розвитку банків України в умовах кризових подій і високого ступеня невизначеності для побудови на її основі ефективних стратегій економічного розвитку.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Беручи до уваги багатовимірний стан економічного розвитку банків, у наукових джерелах є усталений підхід декомпозиції інструментарію оцінювання на блоки індикаторів для врахування різних аспектів діяльності [8]. Такий підхід забезпечить більш точну діагностику та дозволить уникнути втрат інформації, які виникають при роботі з одновимірними показниками [14; 15].

У роботі для побудови адаптивної моделі оцінювання економічного розвитку банків пропонується розподілити ключові індикатори на такі чотири стратегічні блоки:

1. Блок фінансової стійкості та капіталізації:

- ✦ Норматив достатності регулятивного капіталу (H_2) є базовим показником здатності банку поглинати збитки.

- ✦ Частка непрацюючих кредитів (*NPL*), оцінюються обсяг кредитів, за якими не виконуються зобов'язання.
- ✦ Рівень покриття резервами очікуваних кредитних збитків, формується через відношення сформованих резервів до загального кредитного портфеля.

В умовах воєнного стану визначені показники є критичними, оскільки вони демонструють «запас міцності». Включення *NPL* у модель дозволяє оцінити якість кредитної політики банку в регіонах, що постраждали від бойових дій.

2. Блок адаптивної ліквідності та пасивів:

- ✦ Коефіцієнт чистого стабільного фінансування (*NSFR*) показує наявність стабільних джерел фінансування на горизонті одного року.
- ✦ Динаміка залишків на рахунках фізичних осіб (у розрізі валют) оцінює рівень довіри населення.
- ✦ Вартість залучення ресурсів оцінює ефективність управління процентним спредом.

Для України 2022–2026 рр. характерна висока волатильність пасивів через міграцію клієнтів. Ці індикатори дозволяють моделювати здатність банку розраховуватися за зобов'язаннями під час раптових криз ліквідності (наприклад, під час масованих обстрілів енергоінфраструктури).

3. Блок цифровізації та операційної ефективності:

- ✦ Частка цифрових продажів та операцій – рівень переходу клієнтів у мобільні застосунки.
- ✦ Коефіцієнт ефективності (*CIR*) як співвідношення операційних витрат до операційного доходу.
- ✦ Індекс доступності IT-інфраструктури як відсоток часу безперебійної роботи систем у періоди блекаутів.

Цифровізація в Україні наразі вже стала інструментом фізичного виживання бізнесу. Високий *CIR* при низькій цифровізації свідчить про за-

старілу модель розвитку, яка є ризикованою в умовах воєнної нестабільності.

4. Блок стійкого розвитку та відновлення:

- ✦ Частка кредитів, що видані за державними програмами, показує рівень інтеграції банку в державну політику відновлення.
- ✦ Обсяг кредитування проєктів «зеленої» енергетики та енергонезалежності як показник довгострокової стратегії розвитку.

Включення цих індикаторів необхідне також для моделювання потенціалу банку в післявоєнній відбудові. Банки, що активно співпрацюють з держпрограмами та донорами, мають вищі шанси на отримання пільгового фінансування та міжнародних гарантій.

Для наукової моделі оцінювання економічного розвитку банків важливо пояснити, чому ми обираємо саме ці параметри. У табл. 1 наведено зв'язок індикаторів, який відповідає нашому розумінню невизначеності.

Проведемо порівняльний аналіз економічного розвитку банківського сектора в періоди «ковідної» кризи (2019–2020 рр.) і повномасштабної війни (2022–2026 рр.). Для цього необхідно звернути увагу на радикальну зміну структури доходів, якості портфеля та нормативів капіталу (табл. 2).

У 2024 році банки демонструють значно вищу прибутковість, ніж у 2020 році (табл. 3). Це свідчить про зміну моделі розвитку: від кредитування бізнесу до інвестування в безризикові державні інструменти (деPOSITNІ сертификати НБУ). Зростання частки коштів «до запитання» підвищує вразливість банків до шоків.

Рівень *NPL* формально знизився порівняно з 2020 р., але ризик нових дефолтів залишається високим через тривалість бойових дій.

Оскільки в умовах воєнного стану фактори невизначеності мають суттєву присутність, то для

Таблиця 1

Роль індикаторів у моделі економічного розвитку банків

Категорія індикатора	Вплив невизначеності	Роль у моделі розвитку
Фінансової стійкості (<i>H2</i> , <i>NPL</i>)	Воєнні дії руйнують застави та капітал	Визначає межу виживання
Ліквідності (<i>NSFR</i>)	Паніка або міграція можуть спричинити «набіги на банки»	Оцінює здатність витримувати шоківі відтоки коштів
Технологічної стійкості	Кібератаки та блекаути паралізують діяльність	Показує стійкість до нефінансових шоків
Стратегічного розвитку	Невизначеність ринку витісняє ринкове кредитування	Відображає адаптацію до нових реалій економіки

Джерело: запропоновано авторами.

Ключові фінансові показники діяльності банків України

Назва показники	2020 р.	2024 р.	Пояснення динамічних змін
Чистий прибуток, млрд грн	41,3	~150–160	Аномальне зростання за рахунок доходів від депсертифікатів та облігацій внутрішніх державних позик
Рентабельність капіталу (ROE), %	19,2	~35–45	Висока прибутковість попри воєнні ризики
Чистий процентний дохід, млрд грн	83,0	>200,0	Зростання через високу облікову ставку та ліквідність
Чиста процентна маржа, %	5,4	~7,5–8,0	Розширення спреда між ставками залучення та розміщення
Кількість діючих банків, од.	73	62–63	Поступова консолідація ринку

Джерело: складено на основі офіційної статистики НБУ та агрегованих показників фінансової звітності банків України [3].

Таблиця 3

Динаміка ризиків та стійкості банківської системи

Показник стійкості	2020 р.	2024 р.	Обґрунтування включення в модель
Норматив достатності капіталу ($H2$), %	21,9	~18,0–20,0	Запас міцності для покриття кредитних збитків
Частка непрацюючих кредитів (NPL), %	41,0	~35,0–37,0	Хоча показник нижчий за 2020, природа NPL зараз – це фізичне знищення активів
Рівень покриття NPL резервами, %	42,9	>50,0	Відображає консервативну політику банків у визнанні збитків
Норматив ліквідності LCR , %	~250	>350	Надлишкова ліквідність як буфер проти панічних відтоків
Частка коштів «до запитання» у пасивах, %	52,0	~70,0	Критичний індикатор: свідчить про короткостроковий характер ресурсів

Джерело: складено на основі офіційної статистики НБУ та агрегованих показників фінансової звітності банків України [3].

обробки перелічених факторів у роботі пропонується використовувати апарат нечіткої логіки. Це дозволить перетворити якісні оцінки фактору ризику в кількісні змінні.

Отже, адекватна оцінка економічного розвитку банків України в умовах збройного конфлікту потребує виходу за межі традиційних показників рентабельності. Запропонована модель інтегрує чотири стратегічні блоки індикаторів у єдину математичну систему, що спирається на апарат нечіткої логіки для обробки якісних оцінок ризику.

Інтегральний показник оцінювання економічного розвитку банку (IRB) визначимо через функцію чотирьох субіндексів:

$$IRB = f(F, L, T, R), \quad (1)$$

де IRB – інтегральний показник оцінювання економічного розвитку банку; F – субіндекс фінансової стійкості (прибуток, капітал); L – субіндекс ліквідності (здатність витримувати шоки); T – субіндекс технологічної стійкості (рівень цифрової адапта-

ції); R – субіндекс фактора ризику (NPL , геополітична невизначеність).

У роботі пропонується для побудови моделі оцінювання економічного розвитку банку використовувати адитивну залежність з мультиплікативним коригуванням на ризик:

$$IRB = (w^F \cdot F + w^L \cdot L + w^T \cdot T) \cdot (1 - \alpha \cdot R), \quad (2)$$

де $w^F + w^L + w^T = 1$ – нормовані ваги субіндексів, які можуть бути визначені експертним шляхом; $\alpha \in [0, 1]$ – коефіцієнт чутливості до ризику, задається залежно від поточних сценаріїв розвитку (відсутність кризи, активна фаза кризи, посткризове відновлення).

Мультиплікативний член моделі $(1 - \alpha \cdot R)$ забезпечує нелінійне пригнічення загального індексу при зростанні ризику, що відповідає реальній поведінці банківського сектора в кризових умовах.

Вибір зваженої адитивної моделі з мультиплікативним коригуванням на ризик обумовлений необхідністю відобразити два якісно різні механізми впливу на економічний розвиток банку. Адитивна частина ґрунтується на апараті багатокритеріаль-

ного прийняття рішень і передбачає, що фінансова стійкість, ліквідність і технологічна адаптація є відносно незалежними вимірами діяльності, кожен з яких робить самостійний внесок у загальний рівень розвитку. Натомість фактор ризику принципово відрізняється за своєю природою: він не компенсує та не заміщає інші субіндекси, а системно обмежує здатність банку реалізувати наявний потенціал. Саме тому ризик введено в модель як мультиплікативний супресор $(1 - \alpha \cdot R)$, а не як додатковий адитивний компонент.

У моделі (2) субіндекс фінансової стійкості розраховується за такою формулою:

$$F = \beta^1 \cdot f(H2) + \beta^2 \cdot f(ROA) + \beta^3 \cdot f(NPL_{cov}), \quad (3)$$

де $\beta^1 + \beta^2 + \beta^3 = 1$ – вагові коефіцієнти, що визначаються методами регресійного аналізу; $H2$ – норматив достатності регулятивного капіталу банку, встановлюється НБУ з мінімально допустимим значенням 10%; ROA – рентабельність активів, що характеризує ефективність використання ресурсів банку для формування прибутку; NPL_{cov} – коефіцієнт покриття резервами непрацюючих кредитів, що відображає рівень захищеності банку від кредитних збитків.

Показники $H2$, ROA , NPL_{cov} приводяться через нормування до абсолютних значень в інтервалі $[0; 1]$.

Субіндекс L у виразі (2) розраховується таким чином:

$$L = \gamma_1 \cdot f(NSFR) + \gamma_2 \cdot f(\Delta Dep) + \gamma_3 \cdot f(CoF), \quad (4)$$

де $\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 = 1$ – вагові коефіцієнти, що визначаються методами регресійного аналізу; $NSFR$ – коефіцієнт чистого стабільного фінансування, що показує наявність стабільних джерел фінансування на горизонті одного року, при $NSFR < 1$ – банк не відповідає регуляторним вимогам стабільного фінансування; ΔDep – темп приросту залишків на депозитних рахунках фізичних осіб порівняно з попереднім періодом, що виступає проксі-змінною рівня довіри населення до банку; CoF – вартість залучення ресурсів, що характеризує ефективність управління процентним спредом банку, є оберненим індикатором (нижча вартість ресурсів свідчить про кращу позицію).

В умовах кризових станів, особливо військових дій, технологічна стійкість стає значимою конкурентною перевагою. Субіндекс T у роботі пропонується сформулювати на основі трьох вимірів:

$$T = \delta_1 \cdot f(Dig) + \delta_2 \cdot f(Ops) + \delta_3 \cdot f(Cyber), \quad (5)$$

де $\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 1$ – вагові коефіцієнти показників фінансового субіндексу, які можуть бути визначені експертним шляхом; Dig – рівень цифрові-

зації банку, що вимірюється часткою транзакцій, здійснених через цифрові канали обслуговування; Ops – операційна стійкість банку, що характеризується рівнем доступності критичних інформаційних систем і швидкістю відновлення після збоїв; $Cyber$ – індекс зрілості кіберзахисту банку, що оцінюється за методологією НБУ за бальною шкалою від 1 до 5.

Показники Dig , Ops , $Cyber$ приводяться через нормування до абсолютних значень в інтервалі $[0; 1]$.

Розглянемо композицію фактора ризику в моделі (2):

$$R = \lambda_1 \cdot \mu(NPL_{rate}) + \lambda_2 \cdot \mu(Geo) + \lambda_3 \cdot \mu(Conc), \quad (6)$$

де $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 1$ – вагові коефіцієнти технологічного субіндексу, визначаються на основі стрес-тестування; μ – функція належності нечіткої множини, що перетворює кількісне значення показника на ступінь належності до відповідного лінгвістичного терміну на інтервалі $[0; 1]$; NPL_{rate} – частка непрацюючих кредитів у загальному кредитному портфелі банку; Geo – геополітичний індикатор ризику, що є агрегатом частки кредитного портфеля в постраждалих регіонах і волатильності валютного курсу; $Conc$ – індекс концентраційного ризику кредитного портфеля, що розраховується на основі індексу Херфіндала – Хіршмана за галузевими сегментами.

Підставляючи всі субіндекси, отримуємо розгорнуту форму моделі:

$$IRB = (w^F \cdot F + w^L \cdot L + w^T \cdot T) \cdot (1 - \alpha \cdot R);$$

$$F = \beta^1 \cdot f(H2) + \beta^2 \cdot f(ROA) + \beta^3 \cdot f(NPL_{cov});$$

$$L = \gamma_1 \cdot f(NSFR) + \gamma_2 \cdot f(\Delta Dep) + \gamma_3 \cdot f(CoF); \quad (7)$$

$$T = \delta_1 \cdot f(Dig) + \delta_2 \cdot f(Ops) + \delta_3 \cdot f(Cyber);$$

$$R = \lambda_1 \cdot \mu(NPL_{rate}) + \lambda_2 \cdot \mu(Geo) + \lambda_3 \cdot \mu(Conc).$$

У табл. 4 наведено рекомендовану систему оцінювання вагових коефіцієнтів для моделі оцінювання економічного розвитку банків України.

Після обчислення інтегрального показника IRB економічного розвитку банку виникає практична необхідність його змістовної інтерпретації в контексті прийняття управлінських і регуляторних рішень. Оскільки IRB є безрозмірною величиною на інтервалі $[0; 1]$, для забезпечення операційної придатності економіко-математичної моделі оцінювання економічного розвитку банку розроблено інтерпретаційну шкалу, що розподіляє континуум значень на п'ять рівнів розвитку банку – від критичного стану до стійкого зростання (табл. 5). Кожному рівню шкали відповідає не лише діагностична оцінка, а й рекомендована стратегічна реакція, що дозволяє використовувати модель як інструмент не лише аналізу, але й стратегічного планування в

Таблиця 4

Рекомендаційна система оцінювання вагових коефіцієнтів для моделі економічного розвитку банків України

Ваговий коефіцієнт	Позначення	Метод визначення
Вага фінансового блоку	w^F	Методи експертних оцінок
Вага ліквідності	w^L	Методи експертних оцінок
Вага технологій	w^T	Методи експертних оцінок
Чутливість до ризику	α	Калібрування історичних даних
Ваги всередині F	$\beta^1, \beta^2, \beta^3$	Методи регресійного аналізу
Ваги всередині L	$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$	Методи регресійного аналізу
Ваги всередині T	$\delta_1, \delta_2, \delta_3$	Методи регресійного аналізу
Ваги всередині R	$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$	Стрес-тестування

Джерело: запропоновано авторами.

Таблиця 5

Інтерпретаційна шкала значень IRB

Діапазон IRB	Рівень розвитку	Рекомендована стратегія
0,75–1,00	Високий (стійкий)	Експансія, нарощування портфеля, M&A
0,55–0,74	Вище середнього	Помірне зростання, оптимізація структури
0,40–0,54	Середній (адаптивний)	Консервація капіталу, цифрова трансформація
0,25–0,39	Нижче середнього	Реструктуризація, залучення підтримки
0,00–0,24	Критичний	Санація або виведення з ринку

Джерело: запропоновано авторами.

Таблиця 6

Джерела вхідних даних моделі

Блок моделі	Позначення показника	Джерело даних	Частота оновлення
F	$H2, NPL_{cov}$	Статистика банків НБУ	Щоквартально
F	ROA	Фінансова звітність (МСФЗ)	Щоквартально
L	$NSFR$	Нормативи ліквідності НБУ	Щомісячно
L	$\Delta Dep, CoF$	Банківський нагляд НБУ	Щомісячно
T	$Dig, Ops, Cyber$	Розрахунок на основі внутрішніх даних банку	Щомісячно
R	$NPL_{rate}, Geo, Conc$	НБУ; МВФ; Мінекономіки	Щоквартально

Джерело: систематизовано авторами.

умовах воєнного стану та постконфліктного відновлення.

Практична реалізація моделі (7) потребує чіткої ідентифікації інформаційної бази, а саме – джерел вхідних даних та їх часової доступності, оскільки від цього залежить як оперативність розрахунку інтегрального показника IRB , так і можливість його регулярного оновлення. Усі вхідні показники моделі розвитку банку є публічно доступними або можуть бути отримані на основі стандартної фінансової звітності банків, що забезпечує відтворюваність результатів та придатність моделі для застосування як регулятором, так і самими банківськими установами. Відповідність джерел даних

і частоти їх оновлення за кожним блоком моделі систематизовано в *табл. 6*.

Отже, в роботі запропоновано економіко-математичну адаптивну модель оцінювання економічного розвитку банків України, яка базується на підході мультиплікативного коригування факторів ризику та застосуванні апарату нечіткої логіки для визначення параметрів ризику, що забезпечує комплексну та кількісно вимірювану оцінку розвитку банків України в умовах кризових подій та високого ступеня невизначеності. Модель має системний характер через включення субіндексів, що охоплюють основні критичні ви-

міри банківської діяльності та підлягає щорічному перекалібруванню в міру накопичення даних і зміни регуляторного середовища. ■

БІБЛІОГРАФІЯ

- Erkes O., Kalyta O., Sunduk T. Banking System of Ukraine in War. *Scientia fructuosa*. 2022. Т. 144. № 4. С. 122–133.
DOI: [https://doi.org/10.31617/1.2022\(144\)09](https://doi.org/10.31617/1.2022(144)09)
- Аванесова Н. Е., Бакало І. І. Фінансова стабільність банківської системи України в умовах воєнного стану: виклики та шляхи зміцнення. *Економіка та суспільство*. 2025. Вип. 73.
DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-73-78>
- Статистика фінансового сектору. *Національний банк України*. URL: <https://bank.gov.ua/ua/statistics/sector-financial>
- Pham T., Talavera O., Tsapin A. Shock contagion, asset quality, and lending behavior: The case of war in Eastern Ukraine. *Kyklos*. 2021. Vol. 74. Iss. 2. P. 243–269.
DOI: <https://doi.org/10.1111/kykl.12261>
- Phan D. H. B., Tran V. T., Lyke B. N. Geopolitical risk and bank stability. *Finance Research Letters*. 2022. Vol. 46. Part B. Art. 102453.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102453>
- Olalere O. E., Mukuddem-Petersen J. Geopolitical risk, economic policy uncertainty, and bank stability in BRICS countries. *Cogent Economics & Finance*. 2024. Vol. 12. Iss. 1. Art. 2290368.
DOI: <https://doi.org/10.1080/23322039.2023.2290368>
- Dziamulych M., Krupka I., Andruschak Y. et al. Banking liquidity risk management in Ukraine based on the application of digital and information technologies. *AD ALTA : Journal of interdisciplinary research*. 2022. Vol. 12. Iss. 2. Special Issue XXIX. P. 102–107. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/e5d3fc39-8a03-493f-9d28-a160401da44d/content>
- Anton S. G., Afloarei Nucu A. E. The impact of digital finance and financial inclusion on banking system stability: International evidence. *Oeconomia Copernicana*. 2024. Vol. 15. No. 2. P. 563–593.
DOI: <https://doi.org/10.24136/oc.3046>
- Zhao J., Wang K., Ibrahim H., Chen Y. The impact of digital financial inclusion on bank performance: An investigation of mechanisms and heterogeneity. *PLOS ONE*. 2024. Vol. 19. No. 8. Art. e0309099.
DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0309099>
- Shanti R., Siregar H., Zulfainarni N., Tony. Revolutionizing banking: digital transformation of neo-banks for improved performance. *Journal of Risk and Financial Management*. 2024. Vol. 17. Iss. 5. Art. 188.
DOI: <https://doi.org/10.3390/jrfm17050188>
- Shabir M., Jiang P., Wang W., Işık Ö. COVID-19 pandemic impact on banking sector: A cross-country analysis. *Journal of Multinational Financial Management*. 2023. Vol. 67. Art. 100784.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mulfin.2023.100784>
- Demirgüç-Kunt A., Pedraza A., Ruiz-Ortega C. Banking sector performance during the COVID-19 crisis. *Journal of Banking & Finance*. 2021. Vol. 133. Art. 106305.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2021.106305>
- Xiazi X., Shabir M. Coronavirus pandemic impact on bank performance. *Frontiers in Psychology*. 2022. Vol. 13. Art. 1014009.
DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1014009>
- Gulati R., Hassan M. K., Charles V. Developing a new multidimensional index of bank stability and its usage in the design of optimal policy interventions. *Computational Economics*. 2024. Vol. 63. P. 1281–1325.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s10614-023-10401-7>
- Sharma R., Chauhan R. Impact of Basel III liquidity and capital regulations on bank lending and financial stability: Evidence from emerging countries. *Journal of Corporate Accounting & Finance*. 2023. Vol. 34. Iss. 4. P. 28–45.
DOI: <https://doi.org/10.1002/jcaf.22630>

REFERENCES

- Anton S. G. & Afloarei Nucu A. E. (2024). The impact of digital finance and financial inclusion on banking system stability: International evidence. *Oeconomia Copernicana*, 2(15), 563–593.
<https://doi.org/10.24136/oc.3046>
- Avanesova N. E. & Bakalo I. I. (2025). Finansova stabilnist bankivskoi systemy Ukrainy v umovakh voiennoho stanu: vyklyky ta shliakhy zmitsnennia [Financial stability of the banking system of Ukraine under martial law: challenges and ways to strengthen]. *Ekonomika ta suspilstvo*, 73.
<https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-73-78>
- Demirgüç-Kunt A., Pedraza A. & Ruiz-Ortega C. (2021). Banking sector performance during the COVID-19 crisis. *Journal of Banking & Finance*, 133, 106305.
<https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2021.106305>
- Dziamulych M., Krupka I., Andruschak Y. & et al. (2022). Banking liquidity risk management in Ukraine based on the application of digital and information technologies. *AD ALTA: Journal of interdisciplinary research*, 2(12), 102–107. <https://evnuir.vnu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/e5d3fc39-8a03-493f-9d28-a160401da44d/content>
- Erkes O., Kalyta O. & Sunduk T. (2022). Banking System of Ukraine in War. *Scientia fructuosa*, 4(144), 122–133.
[https://doi.org/10.31617/1.2022\(144\)09](https://doi.org/10.31617/1.2022(144)09)
- Gulati R., Hassan M. K. & Charles V. (2024). Developing a new multidimensional index of bank stability and its usage in the design of optimal policy interventions. *Computational Economics*, 63, 1281–1325.
<https://doi.org/10.1007/s10614-023-10401-7>
- Natsionalnyi bank Ukrainy. *Statystyka finansovoho sektoru* [Financial sector statistics]. <https://bank.gov.ua/ua/statistics/sector-financial>
- Olalere O. E. & Mukuddem-Petersen J. (2024). Geopolitical risk, economic policy uncertainty, and bank stability in BRICS countries. *Cogent Economics & Finance*, 1(12), 2290368.
<https://doi.org/10.1080/23322039.2023.2290368>

- Pham T., Talavera O. & Tsapin A. (2021). Shock contagion, asset quality, and lending behavior: The case of war in Eastern Ukraine. *Kyklos*, 2(74), 243–269.
<https://doi.org/10.1111/kykl.12261>
- Phan D. H. B., Tran V. T. & Lyke B. N. (2022). Geopolitical risk and bank stability. *Finance Research Letters*, Part B(46), 102453.
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102453>
- Shabir M., Jiang P., Wang W. & Işık Ö. (2023). COVID-19 pandemic impact on banking sector: A cross-country analysis. *Journal of Multinational Financial Management*, 67, 100784.
<https://doi.org/10.1016/j.mulfin.2023.100784>
- Shanti R., Siregar H., Zulfainarni N. & Tony (2024). Revolutionizing banking: digital transformation of neo-banks for improved performance. *Journal of Risk and Financial Management*, 5(17), 188.
<https://doi.org/10.3390/jrfm17050188>
- Sharma R. & Chauhan R. (2023). Impact of Basel III liquidity and capital regulations on bank lending and financial stability: Evidence from emerging countries.

- Journal of Corporate Accounting & Finance*, 4(34), 28–45.
<https://doi.org/10.1002/jcaf.22630>
- Xiazi X. & Shabir M. (2022). Coronavirus pandemic impact on bank performance. *Frontiers in Psychology*, 13, 1014009.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1014009>
- Zhao J., Wang K., Ibrahim H. & Chen Y. (2024). The impact of digital financial inclusion on bank performance: An investigation of mechanisms and heterogeneity. *PLOS ONE*, 8(19), e0309099.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0309099>

Дослідження не отримувало зовнішнього фінансування.
 Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.
 Штучний інтелект для підготовки рукопису не використовувався.

Стаття надійшла до редакції / Received: 08.06.2026
 Статтю прийнято до публікації / Accepted: 21.06.2026
 Оприлюднено / Published: 30.07.2026

UDC 330.43:519.237.5
 JEL: C15; C21; C52
 DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2026-6-233-244>

IMPACT OF STRUCTURED OUTLIERS ON REGRESSION INFERENCE

©2026 MANZHOS T. V., MELNYK O. O.

UDC 330.43:519.237.5
 JEL: C15; C21; C52

Manzhos T. V., Melnyk O. O. Impact of Structured Outliers on Regression Inference

The article explores the problem of the reliability of regression analysis results in the presence of atypical observations. In econometric studies, such observations can occur in various types of data: macroeconomic, financial, regional, sectoral, market, or broader socioeconomic data. Their appearance is not always related to random errors or technical inaccuracies. Often, they reflect crisis periods, structural shifts, the heterogeneity of the studied objects, the concentration of certain indicators, or the presence of local patterns in the data. Under these conditions, it is important not only to detect outliers but also to understand how their nature affects coefficient estimation, statistical conclusions, and the economic interpretation of the model. The article aims to compare the consequences of different types of outliers for estimating the parameters of a linear regression. The article considers five scenarios: random vertical outliers, non-random vertical outliers, high-leverage observations that align with the basic regression relationship, high-leverage observations that distort this relationship, and clustered high-leverage observations that might form a separate local regime. The study is based on Monte Carlo simulations with 1000 repetitions. The base model includes three regressors with a given correlation structure; one of the coefficients is zero. This allows for assessing not only the bias of the main coefficient but also the appearance of a false effect for a variable that, according to the model, does not affect the outcome. The article compares three evaluation approaches: the usual least squares method, Huber regression, and the least trimmed squares method. The quality of evaluation is analyzed based on coefficient bias, root mean square error, sign stability, the size of false effects, and the frequency of large false effects. Simulation results show that the impact of outliers on a regression model is determined not only by their presence but also by how they actually occur. Vertical outliers primarily increase the variability of residuals and are relatively well handled by Huber regression. On the other hand, high-leverage observations require separate interpretation: if they follow the underlying regression relationship, they should not be automatically considered problematic. But if such observations change the slope of that relationship, they can significantly bias coefficient estimates and create false effects for correlated regressors. In such cases, the least trimmed squares method turns out to be more effective than Huber regression. At the same time, clustered observations with high leverage remain difficult to correct even after trimming part of the data, which may indicate structural heterogeneity in the sample. The scientific novelty of the article lies in the fact that different types of atypical observations are compared not only by their presence but also by the nature of their impact on econometric estimation. The practical value of the results lies in forming guidelines for choosing a robust method. If the problem is mainly related to large residuals, Huber regression is appropriate. If the atypical observations have high leverage and alter the shape of the regression relationship, it is more reasonable to use trimming methods or conduct additional subgroup and local regime analyses.

Keywords: regression inference; structured outliers; high-leverage observations; least squares method; Huber regression; least trimmed squares method; Monte Carlo modeling; econometric estimation.

Fig.: 4. Tabl.: 3. Formulae: 17. Bibl.: 16.

Manzhos Tetiana V. – PhD (Physics and Mathematics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics, Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman (54/1 Beresteyskyi Ave., Kyiv, 03057, Ukraine)

E-mail: tmanzhos@kneu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1393-9116>