

УДК 336.71.067(477):519.237.7/.8

JEL G21, G32, C28

DOI: [https://doi.org/10.37203/kibit.2025.53\(2\).06](https://doi.org/10.37203/kibit.2025.53(2).06)

Лариса ЗОМЧАК,

кандидатка економічних наук, доцентка

ORCID ID: 0000-0002-4959-3922

lzomchak@gmail.com

Львівський національний університет

імені Івана Франка

Андріана СЕНІВ,

здобувачка вищої освіти другого рівня

ORCID ID: 0009-0006-0525-946X

andriiana.seniv@lnu.edu.ua

Львівський національний університет

імені Івана Франка

м. Львів, Україна

БАГАТОВИМІРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФІНАНСОВОЇ СТІЙКОСТІ БАНКІВ УКРАЇНИ МЕТОДАМИ ФАКТОРНОГО ТА КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ

У статті проведене комплексне дослідження банківської системи України методами багатовимірного статистичного аналізу (критерій КМО та наявність значущих зв'язків між змінними за тестом Бартлетта; правило Кайзера для відбору ключових чинників фінансової стійкості банків і метод Варда для ієрархічної кластеризації банків України). Так, за допомогою методу головних компонент було знижено розмірність даних, а завдяки застосуванню методів кластеризації визначено системно важливі банки, які відіграють вагомую роль у підтримці фінансової стійкості країни.

Ключові слова: банк, банківська система, фінансова система, модель, фінансова стійкість, кластеризація, метод головних компонент, фінансове здоров'я, багатовимірне моделювання, адаптивність банківської системи.

Larysa ZOMCHAK,

PhD (Econ.), Associate Professor

ORCID ID: 0000-0002-4959-3922

lzomchak@gmail.com

Ivan Franko National University of Lviv

Andriana SENIV,
 Master Level Student
 ORCID ID: 0009-0006-0525-946X
 andriiana.seniv@lnu.edu.ua
 Ivan Franko National University of Lviv
 Lviv, Ukraine

MULTIVARIATE MODELING OF THE FINANCIAL STABILITY OF UKRAINIAN BANKS WITH FACTOR AND CLUSTER ANALYSIS METHODS

The article presents a comprehensive study of the Ukrainian banking system using multivariate statistical analysis methods. To identify structural features, hidden patterns, weaknesses, and challenges faced by the banking system of Ukraine under wartime conditions, as well as to develop strategic adaptive solutions for banks, a clustering of banks was carried out based on key financial indicators selected through the principal component method. The research methodology is based on applying principal component analysis (PCA) to extract the main quantitative characteristics of banks' financial stability, which were subsequently used for hierarchical clustering. The initial sample includes twelve financial indicators for 64 Ukrainian banks. At the first stage, the adequacy of the sample was confirmed using the KMO criterion (0.728) and the presence of significant relationships between variables was verified using Bartlett's test of sphericity ($p < 0.01$). Based on the Kaiser criterion, two key factors of financial stability were selected for further analysis: net interest income/expenses (correlation with the first component 0.99) and total assets (correlation with the second component 0.99), which together explain 90.43% of the variance. These indicators were then used for hierarchical clustering of Ukrainian banks using Ward's method, nearest neighbor, and furthest neighbor approaches. The clustering results identified three clusters. The first cluster includes only PrivatBank as the market leader, explained by its scale and strategic significance in the Ukrainian banking system. The second cluster consists of systemically important banks (both state-owned and foreign-capital banks), while the third cluster comprises banks with the least influence on the country's financial system. The clustering confirmed a clear differentiation of Ukraine's banking system by the level of financial stability and its impact on the overall stability of the country. Thus, the application of PCA reduced the dimensionality of the data, and the use of clustering methods made it possible to identify systemically important banks that play a crucial role in maintaining the country's financial stability.

Keywords: bank, banking system, finance system, model, financial stability, clustering, principal component method, financial health, multivariate modeling, adaptability of the banking system.

Вступ

Банківська система — ключовий елемент економіки країни — виконує функцію фінансового посередництва через акумуляцію заощаджень і кредитування реального сектору. Для економіки України, яка зіткнулась із

безпрецедентними викликами війни, проблема стійкості фінансової системи набуває особливої актуальності. Класичні підходи до аналізу фінансової стійкості банків базуються на окремих фінансових показниках і рейтингах, що не відображає цілісну структуру системи та взаємозв'язки між її елементами. Багатовимірний статистичний аналіз дозволяє подолати ці недоліки.

Ідея дослідження полягає у застосуванні комплексного підходу до сегментації банків України на основі багатовимірного статистичного аналізу їхніх фінансових показників, аби виявити однорідні групи банківських установ і визначити ключові фактори, що характеризують їхню фінансову стійкість.

Концепція дослідження базується на припущенні, що банки України можуть бути згруповані у кластери на основі подібності їхніх фінансових характеристик, а структура кластерів відображає функціональну диференціацію банківської системи та рівень системної важливості окремих банківських установ. Застосування методу головних компонент уможливило редукування багатовимірного простору фінансових показників до ключових латентних факторів, що характеризують основні аспекти фінансового стану банків.

Методи та матеріали

Питання фінансової стійкості та безпеки банківського сектору є ключовими для вітчизняної науки. Методологічні підходи охоплюють широкий спектр: від інтегральної оцінки ефективності банків з урахуванням ризиків (Rubakha et al., 2019) та моніторингу фінансової безпеки в контексті системно-детермінованих викликів (Yasynska et al., 2021) до застосування методів нечіткої логіки для оцінювання стійкості (Blahun et al., 2020). Особлива увага приділяється аналізу ліквідності та оцінці ризику неплатоспроможності через показник Z-score (Kyshakevych & Klymkovych, 2018). Дослідження стосуються теоретичних підходів та загроз у формуванні фінансово-економічної безпеки банківських установ (Shcherbatyh & Shpilevoy, 2016) і моделей оцінки рівня монетарної безпеки держави (Pilko & Kramar, 2020). Здатність банківської системи зберігати свою стійкість забезпечується через ринок кредитних послуг (Zhavoronok et al., 2022). Українські дослідники підкреслюють необхідність забезпечення фінансової стабільності банківської системи в умовах внутрішніх та зовнішніх шоків (Novak et al., 2025).

Контекст повномасштабної війни в Україні дав новий вимір дослідженням фінансового сектору. Сьогоднішні виклики – визначальні для оцінки операційної ефективності банків (Dziamulych et al., 2023) та її впливу на соціальну стабільність (Drobiazko, 2024). Важливу роль відіграє Національний банк України, діяльність якого в умовах воєнного стану стала предметом окремого аналізу (Lobozynska et al., 2022). НБУ активно використовує інструменти комунікації для забезпечення прозорості монетарної політики (Sharoval, 2021). Оцінка фінансової стабільності вітчизняного банківського сектору в часі війни є пріоритетом (Бондаренко & Скоропад, 2024). Дослідники вивчають структурні зміни на ринку банківських депозитів домогосподарств (Kichurchak, 2021) та

роль банків у тіньовій економіці (Zolkover & Tarasenko, 2024). Дослідження фінансової стійкості банків України має розглядатися у ширшому міжнародному контексті, де на стабільність впливають глобальні чинники. Наприклад, обговорюється вплив конкуренції на зростання та стабільність банківського сектору (Carlson et al., 2022).

Багатовимірні методи статистичного аналізу застосовують у дослідженні складних економічних систем. Кластерний аналіз ефективно виявляє приховані закономірності у масивах економічних даних (Гарматій та ін., 2021), наприклад, у студіюванні країн Центральної та Східної Європи за показниками зовнішньоекономічної діяльності (Вдовин та ін., 2021) й оцінки регіональної диференціації та диспропорцій аграрного сектору України (Зомчак, Дида, 2024). Методологічна основа – метод головних компонент, який забезпечує ефективне зниження розмірності даних і боротьбу з мультиколінеарністю (Jolliffe & Cadima, 2016). Це підтверджено працями про машинне навчання у споживчому банкінгу (Kaminskyi et al., 2021) й аналіз регіональних ринків праці (Zomchak & Nakava, 2025). Крім того, для оцінки стабільності банків застосовували складніші алгоритми: самоорганізувальні нейронні мережі Кохонена (Mints et al., 2019), мережевий аналіз високого порядку для ідентифікації фінансових крахів (Bielinskyi et al., 2022). Нові виклики зумовлені впливом FinTech (Daud et al., 2022; Risman et al., 2021) та зростаючою увагою до кліматичних ризиків, їхнього впливу на фінансову стабільність (Battiston et al., 2021). Глобальні дослідження підтверджують зв'язок між фінансовою стабільністю і сталим розвитком (Ozili & Iorember, 2024) та необхідність використовувати не лише фінансові, а й новинні дані для оцінки банківського дистресу (Cerchiello et al., 2022).

Метод головних компонент – ефективний інструмент аналізу економічних даних, що допомагає зменшити розмірність складного набору ознак, забезпечивши при цьому мінімальні втрати інформації. Аналіз головних компонент використовується для зменшення розмірності набору даних знаходженням нового набору, меншого за початковий, зберігаючи більшу частину інформації вибірки та корисних для регресії та класифікації даних. Варто виокремити основні кроки задля реалізації методу головних компонент:

I. *Стандартизація*. Для забезпечення рівного внеску кожної неперервної змінної в аналіз даних необхідно стандартизувати їх діапазон, адже метод головних компонент чутливий до варіацій вихідних змінних.

Формула розрахунку:

$$Z_{if} = \frac{x_{if} - \min(x_{if})}{\max(x_{if})} \quad (1)$$

де x_{if} – значення відповідного параметра вибірки.

II. *Обчислення коваріаційної матриці*. Мета – зрозуміти, як ознаки корелюють між собою, який між ними зв'язок. Іноді деякі змінні сильно корелюють і містять надмірну інформацію. Тож потрібно обрахувати матрицю коваріацій, а значення може бути позитивним, негативним або нульовим.

Формула розрахунку:

$$\text{cov}(x_1, x_2) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - x_1)(x_{2i} - x_2)}{n - 1} \quad (2)$$

де x_1, x_2 – відповідні змінні вибірки; n – кількість спостережень у вибірці.

III. *Обчислення власних значень та власних векторів коваріаційної матриці для ідентифікації основних компонент.* Власні вектори та власні значення – поняття лінійної алгебри, які потрібно вирахувати з коваріаційної матриці, щоб визначити головні компоненти даних. Головні компоненти – нові змінні, що формуються як лінійні комбінації або суміші вихідних змінних. Комбінації конструюються так, аби головні компоненти були некорельованими, натомість основна частина інформації, що міститься у вихідних змінних, була описана у перших компонентах.

Кластерний аналіз – метод обробки даних, який полягає в організації елементів у групи або кластери залежно від ступеня їх взаємозв'язку. Техніка кластеризації застосовується в різноманітних сферах діяльності, адже коли необхідно розділити великі обсяги інформації на групи для подальшого аналізу, кластерний аналіз стає невід'ємним інструментом. Кластерний аналіз, як і аналіз у скороченому просторі, спрямований на роботу з матрицями даних, в яких змінні не були розподілені за підмножинами критеріїв або предикторів. Мета – пошук схожих груп суб'єктів, де «схожість» між кожною парою суб'єктів визначається загальною мірою для всього набору характеристик. Обраний метод – алгоритм неконтрольованого навчання, що означає: ви не знаєте, скільки кластерів існує в даних до того, як запустити модель. На відміну від багатьох інших статистичних методів, кластерний аналіз зазвичай використовується, коли немає припущень щодо потенційних зв'язків у даних, оскільки надає інформацію про те, де виявлені асоціації та шаблони у даних, але не відповідає на питання, що ці асоціації можуть означати. Основні етапи кластерного аналізу:

- 1) проведення дослідження;
- 2) підготовка даних;
- 3) вибір методу;
- 4) вибір міри відстані між об'єктами та її обчислення;
- 5) вибір стратегії кластеризації;
- 6) застосування обраної стратегії для утворення кластерів;
- 7) перевірка результатів, їх аналіз та інтерпретація.

Існують три основні методи кластерного аналізу, а саме:

- ✓ *метод деревоподібної кластеризації* (ієрархічна кластеризація) дозволяє побудувати ієрархічне кластерне дерево;
- ✓ *метод k-середніх* застосовується, коли дослідник має певні передбачення щодо кількості кластерів та визначає кількість кластерів; алгоритм кластеризації виокремлює групи так, щоб вони максимально відрізнялися одна від одної; перевага – можливість перевірки статистичної значущості відмінностей між окресленими кластерами;

✓ *двоходове об'єднання* корисне, коли очікується, що як випадки, так і змінні одночасно сприятимуть виявленню значущих моделей кластерів; порівняно з деревоподібною кластеризацією та методом k-середніх, двоходове об'єднання використовується рідше, однак деякі науковці вважають, що цей метод надає потужний дослідницький інструмент для аналізу даних.

Найбільш показовим та зрозумілим є метод деревоподібної кластеризації. Спочатку обирають міру відстані між об'єктами й обчислюють ці відстані.

Міри відстаней між об'єктами:

Евклідова відстань (найпоширеніший спосіб) – геометрична відстань між об'єктами у багатовимірному просторі. Формула для розрахунку:

$$L = \sqrt{\sum_i (x_i - y_i)^2} \quad (3)$$

Квадрат Евклідової відстані використовується, коли потрібно значно збільшити значення відстаней між доволі віддаленими об'єктами. Формула для розрахунку:

$$L = \sum_i (x_i - y_i)^2 \quad (4)$$

Манхеттенівська відстань обчислюється як середнє значення різниць по координатах. Здебільшого дає результати, схожі на отримані за допомогою Евклідової відстані, але зменшується вплив окремих великих різниць, оскільки відстань обчислюється за простими різницями координат:

$$L = \sum_i |x_i - y_i| \quad (5)$$

Відстань Чебешева застосовують, коли потрібно визначити два об'єкти як «різні», якщо вони відрізняються за одним аспектом. Формула для розрахунку:

$$L = \max |x_i - y_i| \quad (6)$$

Викоремлюють різні правила (стратегії) – методи об'єднання чи зв'язки для двох кластерів, найпоширеніші з яких такі:

Метод найбільш віддаленого сусіда: відстань між кластерами визначається як найбільша відстань між двома об'єктами з різних кластерів, тобто між найвіддаленішими сусідами. Стратегія ефективно працює, коли об'єкти представляють різні категорії.

Метод найближчого сусіда: відстань між кластерами визначається як відстань між двома найближчими об'єктами (найближчими сусідами). Стратегія передбачає почергове з'єднання об'єктів, утворюючи довгі «ланцюжки» кластерів. Метод з'єднує два кластери, коли будь-які два об'єкти в цих кластерах знаходяться ближче один до одного, ніж будь-які інші.

Метод Варда суттєво відрізняється від попередніх, оскільки використовує методи дисперсійного аналізу для оцінки відстаней між кластерами, щоб мінімізувати суму квадратів для двох потенційних кластерів, які можуть бути сформовані на кожному етапі процесу кластеризації.

Результати

Дослідження банківської системи України є важливим для виявлення та вирішення проблем, що виникають у фінансовому секторі через негативні впливи. Аналіз дозволяє вирізнити вразливості, розробити стратегії адаптації та вжити заходи для забезпечення стійкості та розвитку банківської галузі. Тому потрібно дослідити банківську систему в такій послідовності:

- сформувати масив даних для подальшого дослідження;
- за методом головних компонент знизити розмірність вхідних даних;
- кластеризувати банки України на основі отриманих компонент.

Для дослідження було обрано програмний пакет для статистичного аналізу SPSS Statistic, дані взято з офіційного сайту Національного банку України, які допомагають оцінити фінансовий стан банку: прибуток / збиток після оподаткування; сукупний дохід; кредити та заборгованість клієнтів; чисті активи; інвестиційна нерухомість; чистий процентний дохід / чисті процентні витрати; загальна сума регулятивного капіталу; торговий результат; комісійні доходи; загальні активи; адміністративні та інші операційні витрати; усього зобов'язань. Перед застосуванням методу головних компонент вхідні дані було нормалізовано за формулою (1). Спочатку здійснюються розрахунки, на основі яких можна переконалися в доцільності аналізу, що засвідчує таблиця, в якій показано критерій КМО і тест Бартлетта. *Критерій КМО* – критерій адекватності вибірки, який приймає значення від 0 до 1. Якщо значення даного показника $>0,9$ – наявна безумовна адекватність вибірки, $>0,8$ – висока адекватність; $> 0,7$ – достатня адекватність; $> 0,6$ – задовільна адекватність; $> \text{більше } 0,5$ – низька адекватність; $<0,5$ – вибірку недоцільно використовувати. За таблицею 1, показник КМО є $>0,7$, що свідчить про достатню адекватність обраних даних. *Критерій сферичності Барлетта* – критерій багатовимірної нормальності для розподілу змінних, який є гіпотезою про те, що кореляційна матриця даних – матриця ідентичності, що може бути проблемою при визначенні зв'язку між змінними, тому слід відкидати цю гіпотезу. За таблицею 1, рівень значущості $p < 0,05$, тобто не йдеться про матрицю ідентичності, а між змінними існують зв'язки, придатні для проведення аналізу.

Отже, отримано величини, які набувають власні значення (стовпець Total) кожного компонента і відсоток дисперсії (стовпець % of Variance), обумовлений кожним із факторів та який дорівнює відношенню відповідного власного значення до кількості змінних, тобто до 12.

Таблиця 1

КМО і тест Бартлетта

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0,728
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. ChiSquare	1810,255
	df	66
	Sig.	<0,01

Джерело: обчислено авторками

Варто зауважити про правило вибору кількості факторів. Якщо значення певного фактора $\epsilon < 1$, то його не враховують. Тож якщо тільки перші 2 фактори мають значення > 1 , то аналізуємо лише їх. Перший фактор пояснює 52,456% сумарної дисперсії, другий фактор 37,970% (Рис.1).

Component	Total Variance Explained								
	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	6,295	52,456	52,456	6,295	52,456	52,456	6,121	51,009	51,009
2	4,556	37,970	90,426	4,556	37,970	90,426	4,730	39,417	90,426
3	,464	3,867	94,294						
4	,284	2,366	96,660						
5	,217	1,807	98,466						
6	,079	,660	99,126						
7	,062	,520	99,646						
8	,020	,167	99,813						
9	,012	,098	99,911						
10	,008	,064	99,975						
11	,002	,021	99,995						
12	,001	,005	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Рисунок 1. Пояснена загальна дисперсія.

Джерело: обчислено авторками

Згодом отримано матрицю факторних навантажень (Рис.2).

Rotated Component Matrix^a

	Component	
	1	2
Усього зобов'язань		,978
Прибуток/(збиток) після оподаткування		,968
Сукупний дохід		,967
Кредити та заборгованість клієнтів	,838	
Чисті активи	,968	
Інвестиційна нерухомість	,914	
Чистий процентний дохід/ (Чисті процентні витрати)	,992	
Загальна сума регулятивного капіталу (РК) (Н1)	,980	
Торговий результат	,864	
Комісійні доходи	,970	
Загальні активи, усього		,983
Адміністративні та інші операційні витрати		,936

Рисунок 2. Матриця факторних навантажень.

Джерело: обчислено авторками

Факторні навантаження – кореляційні коефіцієнти між змінними і факторами. Змінна Чистий процентний дохід / витрати найсильніше корелює з 1 компонентою (величина кореляції 0,992), а Загальні активи – з 2 компонентою (величина кореляції 0,992). Тому ці два фактори доцільно використовувати для

подальшого аналізу банківської системи України. Так, за допомогою методу головних компонент вдалося знизити розмірність початкових даних – з 12 вибраних факторів лише 2 доцільно використовувати для подальшого аналізу, що пояснюють 90,426% варіації даних. Обрані показники не корелюють між собою, тобто відсутня мультиколінеарність.

На основі двох показників – Чистий процентний дохід / витрати та Загальні активи – була проведена кластеризація банків України щодо фінансової стабільності банку і здатності виконувати свої фінансові зобов'язання.

З усіх методів кластерного аналізу було обрано ієрархічну кластеризацію, в результаті проведення котрої будується дендрограма – деревоподібна діаграма, що складається з n-рівнів, кожен з яких відображає крок у процесі поступового об'єднання кластерів. Тож можна проаналізувати розмір і структуру кластерів, кількість кластерів та взаємозв'язки між ними. Для різноманітності результатів проведено ієрархічну кластеризацію трьома поширеними методами: Варда, найближчого сусіда та найвіддаленішого сусіда. Для обчислення відстані між об'єктами для всіх трьох методів було обрано квадрат Евклідової відстані.

Першим реалізовано метод Варда (Рис.3).

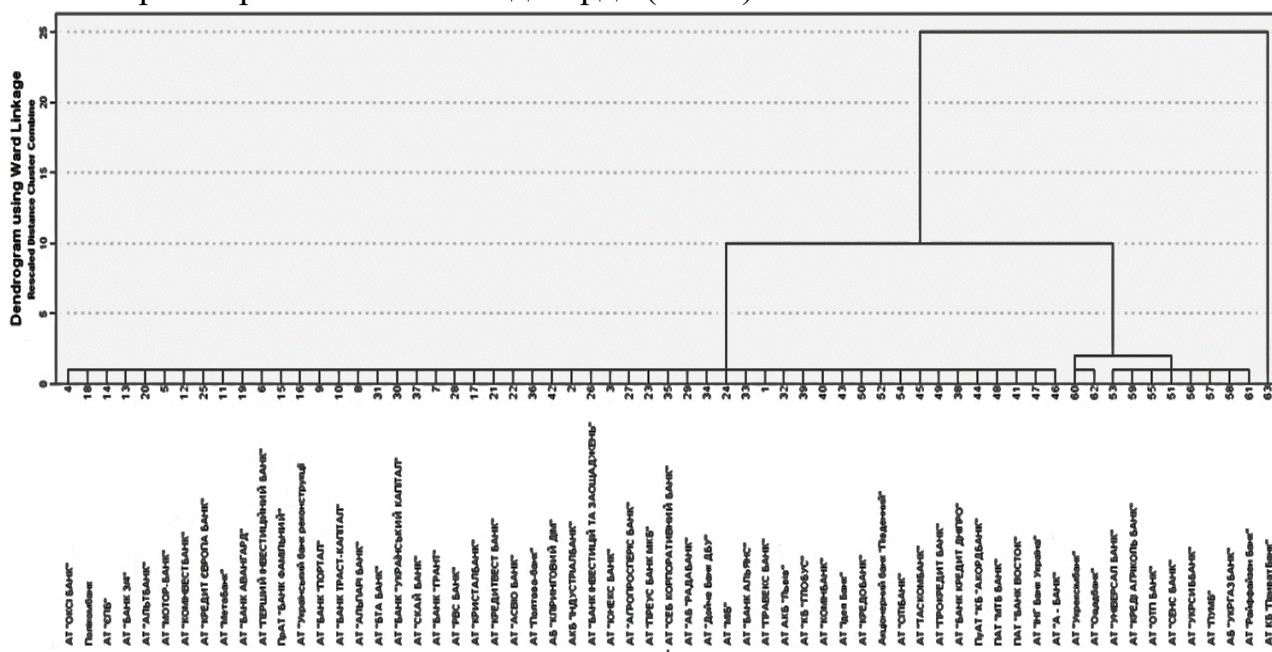


Рисунок 3. Кластерний аналіз методом Варда.

Джерело: обчислено авторками

За дендрограмою, виокремлено 3 основні кластери. Перший кластер складає тільки один «ПриватБанк» – найбільший банк України за кількістю активів та клієнтів, ключовий гравець українського фінансового сектору з великим портфелем послуг і акцентом на інновації та стабільність. Саме тому йому надано окремий кластер. До другого кластера увійшли «Райффайзен Банк», «Укргазбанк», «Укрсиббанк», «Отпбанк», «Універсалбанк», «Ощадбанк», «ПУМБ», «Сенсбанк» і «КредіАгріколь банк» – системно важливі банки України, які відіграють вагомий роль у фінансовій системі. З 12 банків є

державними, а 6 мають іноземний капітал. До третього – решта банків через їхній менший вплив на ринку.

Звідси, «ПриватБанк» завжди відмежовується від решти банків завдяки масштабам і найбільшому впливу на економіку. Також виокремлюються великі банки зі значним іноземним капіталом та державні банки.

Висновок

Комплексне дослідження фінансової стійкості банків України підтвердило високу ефективність комплексного підходу, що поєднує ієрархічну кластеризацію та метод головних компонент, застосування якого дозволило скоротити розмірність вхідної вибірки з дванадцяти фінансових показників, що характеризують фінансову стійкість банків, до двох ключових факторів, які сумарно пояснюють 90,43% загальної варіації даних. Адекватність такого факторного аналізу була підтверджена високим критерієм КМО ($0,728 > 0,7$) та значущим тестом Бартлетта ($p < 0,01$).

Виявлені компоненти мають чітку економічну інтерпретацію. Перша головна компонента, що корелює з чистим процентним доходом / витратами (коефіцієнт 0,99), відображає ефективність фінансового посередництва як основної банківської діяльності. Друга компонента, пов'язана із загальними активами (коефіцієнт 0,99), однозначно характеризує масштаб діяльності та ринкову позицію банку. Отже, масштаб і прибутковість є ключовими індикаторами, які формують профіль фінансової стійкості українських банків.

Кластерний аналіз, проведений на основі цих двох факторів, окреслив стійку трикластерну структуру, надійність якої підтверджується її збереженням при використанні трьох різних методів агломерації (Варда, найближчого та найвіддаленішого сусіда). Перший кластер монополює представлений АТ КБ «ПриватБанк», що підтверджує його унікальну домінуючу роль та системну важливість. Другий кластер об'єднав системно важливі банки, які мають значний вплив на фінансову систему, зокрема державні установи («Ощадбанк», «Укрексімбанк») та найбільші банки з іноземним капіталом («Райффайзен Банк», «Укрсиббанк»). До третього кластера увійшла решта банків через менший масштаб діяльності та нішеве або регіональне значення.

Ця структура відображає функціональну диференціацію банківського сектору та має важливе практичне значення для Національного банку України, надаючи основу для диференційованого підходу до регулювання та нагляду. Виокремлення груп банків із подібними характеристиками дозволяє розробити адресні регуляторні заходи, оптимізувати моніторинг фінансової стабільності та краще оцінити системні ризики. Стійкість і економічна логічність групування, підтверджена різними методами кластеризації, свідчить про високу надійність результатів дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Бондаренко, Л., Скоропад, І. (2024). Оцінка фінансової стабільності вітчизняного банківського сектору в часі війни. *Ефективна економіка*, 4.

2. Вдовин, М., Зомчак, Л., Боднар, О. (2021). Кластеризація країн ЦСЄ за показниками ЗЕД. *Економіка та суспільство*, 26.
3. Гарматій, Н., Волобуєва, Ю., Гарматій, С., Сюрпіта, С. (2021). Моделювання динаміки розвитку та вдосконалення банківських установ інструментарієм кластерного аналізу. *Соціально-економічні проблеми і держава*, 2(25). 136-148.
4. Зомчак, Л., Дида, А. (2024). Регіональна диференціація та диспропорції аграрного сектору України: кластерний підхід. *Цифрова економіка та економічна безпека*, 6(15). 24-30.
5. Національний банк України: офіційна сторінка. URL: <https://bank.gov.ua/en/>
6. Battiston, S., Dafermos, Y., & Monasterolo, I. (2021). Climate risks and financial stability. *Journal of Financial Stability*, 54. 100867.
7. Bielinskyi, A., Soloviev, V., Hushko, S., Kiv, A., & Matviychuk, A. (2022). High-order network analysis for financial crash identification. *M3E2-MLPEED*. 132-149.
8. Blahun, I., Blahun, I., & Blahun, S. (2020). Assessing the stability of the banking system based on fuzzy logic methods. *Banks and Bank Systems*, 15(3). 171.
9. Carlson, M., Correia, S., & Luck, S. (2022). The effects of banking competition on growth and financial stability: Evidence from the national banking era. *Journal of Political Economy*, 130(2). 462-520.
10. Cerchiello, P., Nicola, G., Rönqvist, S., & Sarlin, P. (2022). Assessing Banks' distress using news and regular financial data. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 5. 871863.
11. Daud, S.N.M., Khalid, A., & Azman-Saini, W.N.W. (2022). FinTech and financial stability: Threat or opportunity? *Finance Research Letters*, 47. 102667.
12. Drobiazko, A.O. (2024, May). The banking system of Ukraine as a factor of social stability in the war. In *Forum for Economic and Financial Studies*, 2(2). 399-399.
13. Dziamulych, M., Krupka, I., Petyk, V., Zaplatynskyi, M., Korobchuk, T., Synenko, V., & Avramchuk, L. (2023). Operational efficiency of Ukraine's banking system during the war. *AD ALTA: Journal of interdisciplinary research*, 13(1). 164-168.
14. Jolliffe, I.T., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: a review and recent developments. *Philosophical transactions of the royal society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374(2065). 20150202.
15. Kaminskyi, A., Nehrey, M., & Zomchak, L. (2021). Machine learning methods application for consumer banking. *SHS Web of Conferences*, 107. 12001. EDP Sciences.
16. Kichurchak, M. (2021). Structural Changes in the Market of Bank Deposits of Households in Ukraine. *Finanse i Prawo Finansowe*, 1(29). 61-78.
17. Kyshakevych, B., & Klymkovych, I. (2018). Estimation of Z-score for Ukrainian banking system. *Scientific Journal of Polonia University*, 30(5). 43-51.
18. Lobozyńska, S., Skomorovych, I., & Vladychyn, U. (2022). Activities of the National Bank of Ukraine under Martial Law. *Bezpieczny Bank*, 86(1). 49-64.

19. Mints, A., Marhasova, V., Hlukha, H., Kurok, R., & Kolodizieva, T. (2019). Analysis of the stability factors of Ukrainian banks during the 2014–2017 systemic crisis using the Kohonen self-organizing neural networks. *Banks and Bank Systems*, 14(3). 86.
20. Novak, O., Zashchypas, S., Sliusar, Y., Chaikovskiy, R., & Burtsev, Y. (2025). Ensuring the Financial Stability of the Banking System of Ukraine in the Conditions of Internal and External Shocks. *Journal of International Commerce, Economics and Policy*. 2550007.
21. Ozili, P.K., & Iorember, P.T. (2024). Financial stability and sustainable development. *International Journal of Finance & Economics*, 29(3). 2620-2646.
22. Pilko, A., & Kramar, V. (2020, May). Models of assessment and analysis of the level of monetary security of the state. *Eastern european conference of management and economics*. 146.
23. Risman, A., Mulyana, B., Silvatika, B., & Sulaeman, A. (2021). The effect of digital finance on financial stability. *Management Science Letters*, 11(7). 1979-1984.
24. Rubakha, M., Tkachyk, L., Zamaslo, O., & Irshak, O. (2019). Risk-oriented integral assessment of the Ukrainian banks effectiveness. *Banks and Bank Systems*, 14(3). 121.
25. Shapoval, Y. (2021). Central bank communication design: towards transparency of monetary policy. *Economics & Education*, 6(2). 63-68.
26. Shcherbatykh, D.V., & Shpilevoy, B.V. (2016). Approaches and threats to the formation of financial and economic security of banking institutions. *Bulletin of the Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University. Economic Sciences*, 1.
27. Yasynska, N., Syrmamiikh, I., & Penez, O. (2021). Monitoring the financial security of the Ukrainian banking sector in the context of system-deterministic challenges. *Banks and bank systems*, 16(2). 12.
28. Zhavoronok, A., Shchur, R., Zhezherun, Y., Sadchykova, I., Viadrova, N., & Tychkovska, L. (2022). The role of the credit services market in ensuring stability of the banking system. *International Journal of Safety & Security Engineering*, 12(6).
29. Zolkover, A., & Tarasenko, I. (2024). The role of banks in the process of shadowing the Ukrainian economy. *Finance of Ukraine*, 8. 51-70.
30. Zomchak, L., & Hakava, S. (2025). Unveiling Disparities and Resilience in Ukrainian Regional Labor Markets: Multidimensional Ranking Approach. *Developments in Information and Knowledge Management Systems for Business Applications*, 8. 495-516. Cham: Springer Nature Switzerland.

REFERENCES:

1. Battiston, S., Dafermos, Y., & Monasterolo, I. (2021). Climate risks and financial stability. *Journal of Financial Stability*, 54. 100867.
2. Bielinskyi, A., Soloviev, V., Hushko, S., Kiv, A., & Matviychuk, A. (2022). High-order network analysis for financial crash identification. *M3E2-MLPEED*. 132-149.

3. Blahun, I., Blahun, I., & Blahun, S. (2020). Assessing the stability of the banking system based on fuzzy logic methods. *Banks and Bank Systems*, 15(3). 171.
4. Bondarenko, L., Skoropad, I. (2024). Otsinka finansovoi stabilnosti vitchyznianooho bankivskoho sektoru v chasi viiny. *Efektivna ekonomika*, 4. [in Ukrainian]
5. Carlson, M., Correia, S., & Luck, S. (2022). The effects of banking competition on growth and financial stability: Evidence from the national banking era. *Journal of Political Economy*, 130(2). 462-520.
6. Cerchiello, P., Nicola, G., Rönnqvist, S., & Sarlin, P. (2022). Assessing Banks' distress using news and regular financial data. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 5. 871863.
7. Daud, S.N.M., Khalid, A., & Azman-Saini, W.N.W. (2022). FinTech and financial stability: Threat or opportunity? *Finance Research Letters*, 47. 102667.
8. Drobiazko, A.O. (2024, May). The banking system of Ukraine as a factor of social stability in the war. *Forum for Economic and Financial Studies*, 2(2). 399-399.
9. Dziamulych, M., Krupka, I., Petyk, V., Zaplatynskyi, M., Korobchuk, T., Synenko, V., & Avramchuk, L. (2023). Operational efficiency of Ukraine's banking system during the war. *AD ALTA: Journal of interdisciplinary research*, 13(1). 164-168.
10. Harmatii, N., Volobuieva, Yu., Harmatii, S., Siurpita, S. (2021). Modeliuvannia dynamiky rozvytku ta vdoskonalennia bankivskykh ustanov instrumentariiem klasternoho analizu. *Sotsialno-ekonomichni problemy i derzhava*, 2(25). 136-148. [in Ukrainian]
11. Jolliffe, I.T., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: a review and recent developments. *Philosophical transactions of the royal society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374(2065). 20150202.
12. Kaminskyi, A., Nehrey, M., & Zomchak, L. (2021). Machine learning methods application for consumer banking. *SHS Web of Conferences*, 107. 12001. EDP Sciences.
13. Kichurchak, M. (2021). Structural Changes in the Market of Bank Deposits of Households in Ukraine. *Finanse i Prawo Finansowe*, 1(29). 61-78.
14. Kyshakevych, B., & Klymkovych, I. (2018). Estimation of Z-score for Ukrainian banking system. *Scientific Journal of Polonia University*, 30(5). 43-51.
15. Lobozyńska, S., Skomorovych, I., & Vladychyn, U. (2022). Activities of the National Bank of Ukraine under Martial Law. *Bezpieczny Bank*, 86(1). 49-64.
16. Mints, A., Marhasova, V., Hlukha, H., Kurok, R., & Kolodizieva, T. (2019). Analysis of the stability factors of Ukrainian banks during the 2014–2017 systemic crisis using the Kohonen self-organizing neural networks. *Banks and Bank Systems*, 14(3). 86.
17. Natsionalnyi bank Ukrainy: ofitsiina storinka. URL: <https://bank.gov.ua/en/> [in Ukrainian]
18. Novak, O., Zashchypas, S., Sliusar, Y., Chaikovskyi, R., & Burtsev, Y. (2025). Ensuring the Financial Stability of the Banking System of Ukraine in the

- Conditions of Internal and External Shocks. *Journal of International Commerce, Economics and Policy*. 2550007.
19. Ozili, P.K., & Iorember, P.T. (2024). Financial stability and sustainable development. *International Journal of Finance & Economics*, 29(3). 2620-2646.
 20. Pilko, A., & Kramar, V. (2020, May). Models of assessment and analysis of the level of monetary security of the state. *Eastern european conference of management and economics*. 146.
 21. Risman, A., Mulyana, B., Silvatika, B., & Sulaeman, A. (2021). The effect of digital finance on financial stability. *Management Science Letters*, 11(7). 1979-1984.
 22. Rubakha, M., Tkachyk, L., Zamaslo, O., & Irshak, O. (2019). Risk-oriented integral assessment of the Ukrainian banks effectiveness. *Banks and Bank Systems*, 14(3). 121.
 23. Shapoval, Y. (2021). Central bank communication design: towards transparency of monetary policy. *Economics & Education*, 6(2). 63-68.
 24. Shcherbatyh, D.V., & Shpilevoy, B.V. (2016). Approaches and threats to the formation of financial and economic security of banking institutions. *Bulletin of the Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University. Economic Sciences*, 1.
 25. Vdovyn, M., Zomchak, L., Bodnar, O. (2021). Klasteryzatsiia krain TsSle za pokaznykamy ZED. *Ekonomika ta suspilstvo*, 26. [in Ukrainian]
 26. Yasynska, N., Syrmamiikh, I., & Penez, O. (2021). Monitoring the financial security of the Ukrainian banking sector in the context of system-deterministic challenges. *Banks and bank systems*, 16(2). 12.
 27. Zhavoronok, A., Shchur, R., Zhezherun, Y., Sadchykova, I., Viadrova, N., & Tychkovska, L. (2022). The role of the credit services market in ensuring stability of the banking system. *International Journal of Safety & Security Engineering*, 12(6).
 28. Zolkover, A., & Tarasenko, I. (2024). The role of banks in the process of shadowing the Ukrainian economy. *Finance of Ukraine*, 8. 51-70.
 29. Zomchak, L., & Hakava, S. (2025). Unveiling Disparities and Resilience in Ukrainian Regional Labor Markets: Multidimensional Ranking Approach. *Developments in Information and Knowledge Management Systems for Business Applications*, 8. 495-516. Cham: Springer Nature Switzerland.
 30. Zomchak L., Dyda A. (2024). Rehionalna dyferentsiatsiia ta dysproportsii ahrarnoho sektoru Ukrainy: klasternyi pidkhid. *Tsyfrova ekonomika ta ekonomichna bezpeka*, 6(15). 24-30. [in Ukrainian]

Отримано редакцією / Received: 03.09.25

Прорецензовано / Revised: 19.09.25

Схвалено до друку / Accepted: 25.09.25