

Socio-Economic Problems and the State

journal home page: <http://sepd.tntu.edu.ua>



ISSN 2223-3822

Harmatiy, N., Volobueva, J., Harmatii, S. & Surpita, S. (2021) Modeliuvannya dynamiky rozvytku ta vdoskonalennia bankivskykh ustanov instrumentariiem klasterneho analizu [Modeling the dynamics of development and improvement of banking institutions with cluster analysis tools]. *Sotsialno-ekonomichni problemy i derzhava* [Socio-Economic Problems and the State] (electronic journal), Vol. 25, no. 2, pp. 136-148. Available at: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2021/21hnmika.pdf>



МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ БАНКІВСЬКИХ УСТАНОВ ІНСТРУМЕНТАРИЄМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ

Наталія ГАРМАТІЙ | Юлія ВОЛОБУЄВА | Сергій ГАРМАТІЙ | Софія СЮРПІТА

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001, Україна

e-mail: garmatiy.nat@meta.ua
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4426-9223>

e-mail: ulivolobueva88@gmail.com

e-mail: garmatiys@gmail.com

e-mail: sofisiurpita@gmail.com



Article history:

Received: October, 2021
1st Revision: October, 2021
Accepted: November, 2021

JEL classification:

F6
Z32

UDC:

336.71:519.23(477)

DOI:

<https://doi.org/10.33108/sepd2022.02.136>

Анотація. Наукові дослідження сучасних економічних процесів використовують різний інструментарій опрацювання вхідної інформації та інтерпретації отриманих результатів. Одним із наукових методів, що отримав широкий спектр практичного застосування, є методика дослідження економічних об'єктів методикою кластерного аналізу. Цей метод дає змогу через перетворення матриці вхідних показників у матрицю нормованих значень мати на вході дослідження як кількісні, так і при потребі якісні показники, в індексній або відсотковій формі представлення. Кінцевим результатом досліджень буде матриця відстаней, на основі якої будують кінцеву дендрограму, яка візуалізує здійснені розрахунки.

Дослідження динаміки функціонування банківського сектору національної економіки через формування кластерів є актуальним методом удосконалення форм управління державними, комерційними та іншими формами фінансових структур як головним регулятором – Національним банком України, так і іншими керуючими установами. Також дослідження діяльності банківського сектору зовнішніми та внутрішніми інвесторами через уже сформовані кластери є доцільним і перспективним, оскільки через вагові коефіцієнти можливо акцентувати увагу на ті фінансово-економічні показники, які цікавлять на даний момент інвесторів. Європейський досвід створення кластерів та підтримка держави у цих напрямках дає змогу дійти висновку, наскільки актуально з наукової точки зору та практичної реалізації є дослідження сучасних науковців у цій сфері. В рамках національної економіки вже є досвід створення кластерів у різних сферах економіки, наприклад, створення аграрних кластерів фермерських господарств, IT кластери тощо. Недостатньо дослідженим з наукової точки зору та практичної імплементації є створення кластерних структур у банківській сфері, оскільки існує досить багато компаній і банків з державною та комерційною основою, які доцільно об'єднувати у спеціальні кластери. Це дало б змогу державним інституціям проводити моніторинг, ділитися технологіями та напрацюваннями з компаніями, які об'єднані у кластерні структури.

Ключові слова: кластерний аналіз банків України, матриця нормованих значень, дендрограма, динаміка банківського розвитку.



Гарматій Н. Моделювання динаміки розвитку та вдосконалення банківських установ інструментарієм кластерного аналізу [Електронний ресурс] / Наталія Гарматій, Юлія Волобуєва, Сергій Гарматій, Софія Сюрпіта // Соціально-економічні проблеми і держава. — 2021. — Вип. 2 (25). — С. 136-148. — Режим доступу: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2021/21hnmika.pdf>



This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

1. Постановка проблеми.

Банківські системи як національної економіки, так і економік країн Єврозони, або економік країн світу, як лакмусовий папірець, реагують на кризи одразу, і це довели статистика банкрутства банків всього світу під час кризи 2009-2012 років. Цей сектор економіки зменшив динаміку фінансових показників одразу, як тільки ця криза розпочалася в США. Банки України також під час цієї кризи зазнали серйозних збитків: зі 153 банків, які функціонували у 2014 році, за три роки залишилося на ринку банківських послуг лише близько 59 установ. Сьогоднішні кризові явища у світовій економіці, спричинені пандемією COVID-19, відобразилися першочергово на медичній галузі та сфері виробництва, банківський сектор зазнав менших збитків, завдяки продуманій політиці керівників країн, в тому числі й України. Проте, на нашу думку, діяльність вітчизняних банків є розбалансованою. Притримуючись різних векторів розвитку, комерційні банки «женуться» за надприбутками від основної діяльності, не враховуючи, що ризики прямо корелюють зі зростанням прибутків, і стаючи банкротами, декларують відповідальність державному регулятору – Національному Банку України (далі – НБУ).

2. Аналіз останніх досліджень та публікацій.

На сьогодні кластерний аналіз є одним із потужних обчислювальних методів, який дає змогу характеризувати регіони, підприємства чи банківські установи одночасно за багатьма параметрами та математично розрахувати відстань між цими об'єктами для подальшого їх об'єднання в групи з метою отримання економічної чи соціальної вигоди. Тому, даний аналіз є об'єктом досліджень в роботах таких науковців, як Гуцаленко Л. В., Репп Г. І., Коцюрубенко Г. М., Єрмак С. О., Григоренко А. А., Пономаренко І. В., Унтура А. В. та Рогатинський Р. М. [6, 7, 8].

3. Невирішені раніше частини загальної проблеми.

Одним із сучасних методів управління банківською системою вітчизняної економіки є створення відповідних кластерів, за допомогою яких можливо більш ефективно здійснювати систему управління та моніторингу, а також зі зміною кластера посилювати або відповідно послаблювати регуляторні дії. Тому, на нашу думку, ця тематика потребує ґрунтовних наукових досліджень.

4. Постановка завдання.

Метою даної статті є дослідження можливості створення кластерів, враховуючи динаміку фінансових показників банківських установ національної економіки, що дасть змогу вивчити сильні та слабкі сторони банків всіх кластерних структур.

5. Виклад основного матеріалу.

Для дослідження економічних показників використовуємо дані фінансової звітності за 2019–2020 рр. таких українських банків, як: АТ «Ощадбанк» [1]; АТ КБ «ПриватБанк» [2]; АТ «Укрсиббанк» [4]; АТ «Укрексімбанк» [5]; АТ «Альфа-банк» [3]. Кластерний аналіз буде здійснено на основі показників банківських установ за 2019 р. і 2020 р. Дані згруповано в таблицях 1, 2.

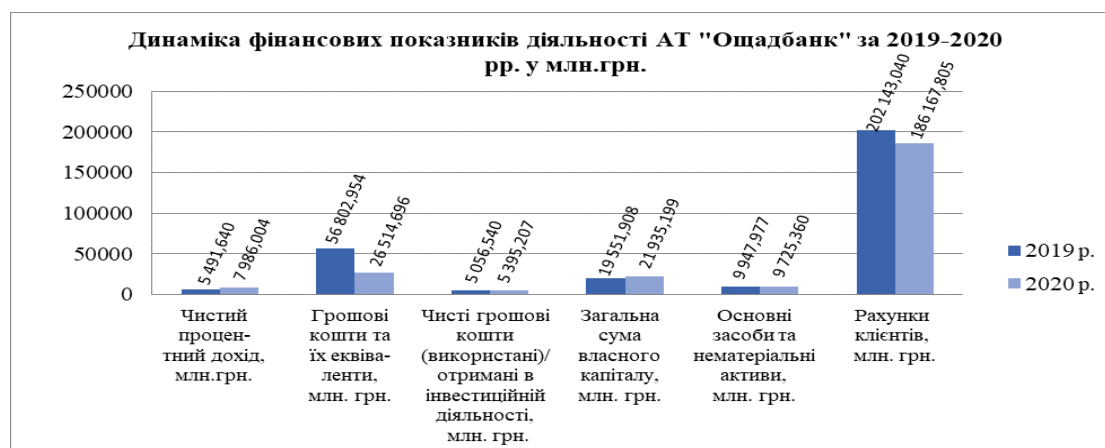
Таблиця 1. Значення основних фінансових показників українських банків за 2019 рік

Назва банку	Чистий процентний дохід, млн грн	Грошові кошти та їх еквіваленти, млн грн	Чисті грошові кошти (використані)/отримані в інвестиційній діяльності, млн грн	Загальна сума власного капіталу, млн грн	Основні засоби та нематеріальні активи, млн грн	Рахунки клієнтів, млн грн
АТ «Ощадбанк»	5491,640	56802,954	5056,540	19551,908	9947,977	202143,040
АТ КБ «ПриватБанк»	19667,000	45894,000	24133,000	54529,000	4764,000	240621,000
АТ «Альфа-банк»	3976,594	13473,472	6661,890	8519,413	3692,290	59276,880
АТ «Укрсиббанк»	4206,172	9037,942	8230,757	6858,000	1752,583	45340,073
АТ «Укрексімбанк»	1770,933	33469,935	12399,277	8905,217	1675,575	76623,421

Таблиця 2. Фінансові показники провідних вітчизняних банків за 2020 рік

Назва банку	Чистий процентний дохід, млн грн	Грошові кошти та їх еквіваленти, млн грн	Чисті грошові кошти (використані)/отримані в інвестиційній діяльності, млн грн	Загальна сума власного капіталу, млн грн	Основні засоби та нематеріальні активи, млн грн	Рахунки клієнтів, млн грн
АТ «Ощадбанк»	7986,004	26514,696	5395,207	21935,199	9725,360	186167,805
АТ КБ «ПриватБанк»	21602,000	49911,000	53144,000	52825,000	5894,000	312706,000
АТ «Альфа-банк»	5058,422	24264,327	1347,486	9622,971	3617,050	73315,858
АТ «Укрсиббанк»	3295,262	15638,741	5000,790	8167,137	1776,857	63007,518
АТ «Укрексімбанк»	1362,246	49912,943	28099,299	10324,256	2019,719	115581,838

Для візуалізації представимо динаміку значень показників діяльності українських банків у вигляді графіків та проаналізуємо їх результати (рис. 1-4).

**Рис. 1. Динаміка фінансових показників діяльності АТ «Ощадбанк» у 2019-2020 рр.**

На рис. 1 можемо побачити, що найбільшу увагу «Ощадбанк» приділяє рахункам клієнтів, показник якого в 2020 р. зменшується на 15975,235 млн грн порівняно з 2019 р. Також негативну тенденцію в 2020 р. у порівнянні з 2019 р. спостерігаємо в значеннях в таких показників, як: грошові кошти та їх еквіваленти, обсяг яких зменшився на 30288,258 млн грн; основні засоби і нематеріальні активи, які також зменшилися на 222,617 млн грн. А ось чистий процентний дохід, чисті грошові кошти (використані)/отримані в інвестиційній діяльності та власний капітал АТ «Ощадбанку» в 2020 р. збільшилися на 2494,364 млн грн, 338,667 млн грн, 2383,291 млн грн відповідно порівняно з 2019 р.

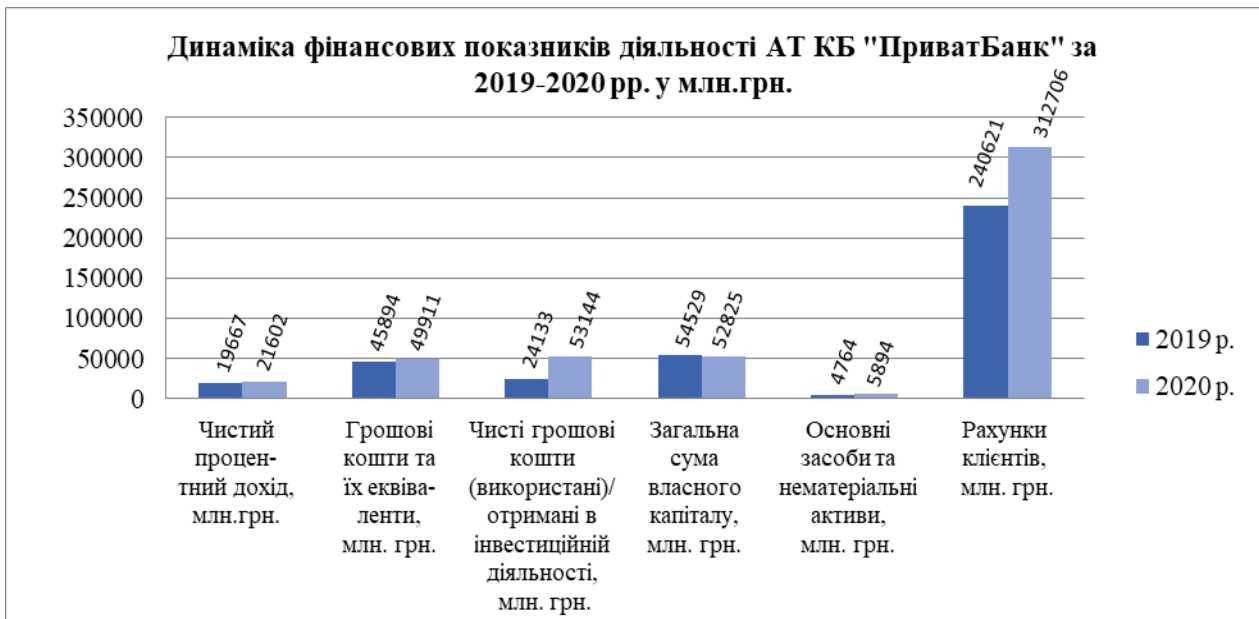


Рис. 2. Динаміка фінансових показників діяльності АТ КБ «Приват-Банк» у 2019-2020 рр.

На рис.2 видно, що одним з найкращих показників діяльності АТ КБ «ПриватБанку» є рахунки клієнтів, динаміка яких в 2020 р. збільшилася на 72085,000 млн грн порівняно з 2019 р., а найменшу увагу банк приділяє показнику «основні засоби та нематеріальні активи», хоча їх динаміка є позитивною. Негативну тенденцію спостерігаємо щодо показника власного капіталу банку, оскільки в 2020 р. він зменшився на 1704,000 млн грн в порівнянні з 2019 р.

Аналізуючи динаміку показників АТ «Альфа-банк», можемо спостерігати позитивну тенденцію в значеннях таких показників, як: чистий процентний дохід, грошові кошти та їх еквіваленти, власний капітал банку та рахунки клієнтів, обсяги яких в 2020 р. збільшилися на 1081,828 млн грн, 10790,855 млн грн, 1103,558 млн грн, 14038,978 млн грн відповідно порівняно з 2019 р. У 2020 р. значно скоротилися чисті грошові кошти (використані)/отримані в інвестиційній діяльності банку на 5314,404 млн грн в порівнянні з 2019 р., також негативну тенденцію прослідковуємо в значенні такого показника, як «основні засоби та нематеріальні активи».

На рисунку 3 бачимо, що чистий процентний дохід та чисті грошові кошти (використані)/отримані в інвестиційній діяльності АТ «Укрсиббанку» мають негативну тенденцію, оскільки в 2020 р. обсяг показників зменшився на 910,910 млн грн та на 3229,967 млн грн порівняно з 2019 р.

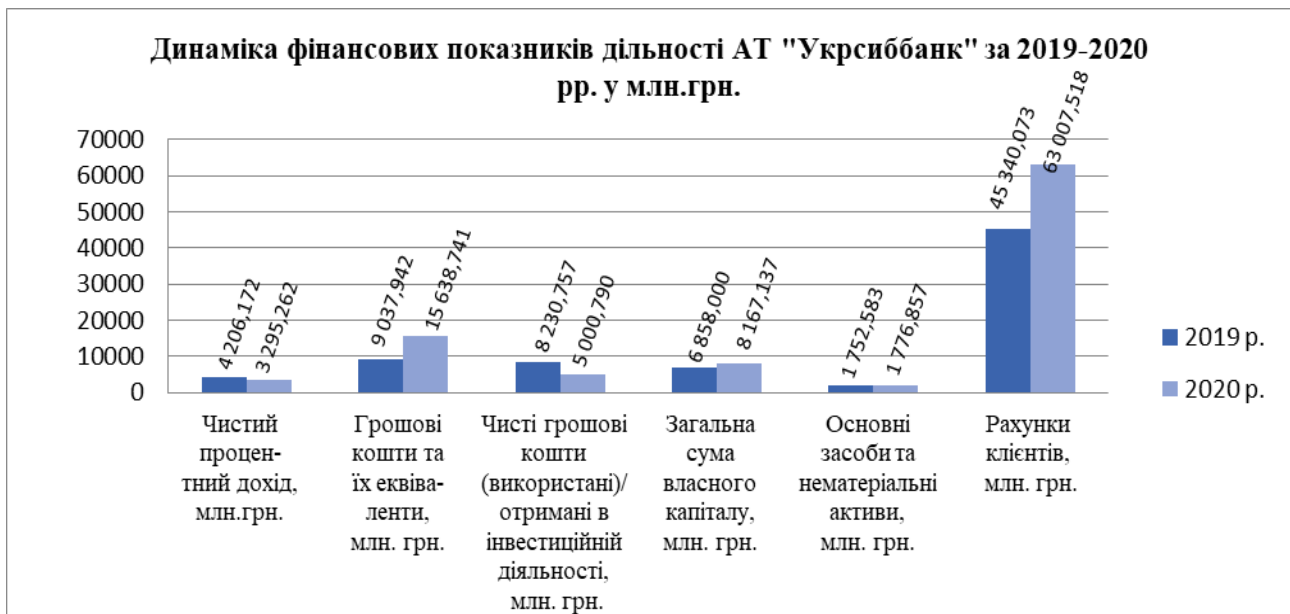


Рис. 3. Динаміка фінансових показників діяльності АТ «Укрсиббанк» за 2019-2020 рр.

Грошові кошти та їх еквіваленти, власний капітал банку, рахунки клієнтів, основні засоби та нематеріальні активи протягом 2019– 2020 рр. мають доволі позитивну тенденцію.



Рис. 4. Динаміка фінансових показників АТ «Укрексімбанк» за 2019-2020 рр.

Динаміка основних показників діяльності АТ «Укрексімбанк» на 2020 р. має позитивну тенденцію, що, в свою чергу, свідчить про ефективність використання фінансових інструментів. Негативну тенденцію спостерігаємо лише щодо значення показника чистого процентного доходу, обсяг якого в 2020 р. зменшився на 408,687 млн грн порівняно з 2019 р. за рахунок внутрішніх або зовнішніх чинників, які, ймовірно, вплинули на діяльність банку.

Наступним етапом дослідження є побудова алгоритму кластерного аналізу на основі основних показників діяльності банківських установ України за 2020 рік.

Отже, кластерний аналіз – це сукупність методів класифікації багатомірних спостережень або об'єктів, заснованих на визначенні поняття відстані між об'єктами з наступним виділенням з них груп, «згустків» спостережень (кластерів, таксонів).

Для того, щоб здійснити алгоритм кластерного аналізу для банків, необхідно:

- 1) Побудувати матрицю вхідних даних.
- 2) Побудувати матрицю нормованих значень (Z) вхідних даних, використовуючи при цьому формулу:

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j}, \quad (1)$$

де $j = 1, 2, 3, 4$ – номер показника, $i = 1, 2, \dots, n$ – номер спостереження.

Звідси, середнє значення елемента розраховують за формулою:

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}; \quad (2)$$

Середнє квадратичне відхилення розраховують за формулою:

$$s_j = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2} = \sqrt{(\overline{x_{ij}^2}) - (\bar{x}_j)^2}. \quad (3)$$

Побудову матриці відстаней між досліджувальними ознаками здійснюють за формулою:

$$\rho_{BE}(z_j, z_v) = \sqrt{\sum_i^4 (z_{ii} - z_{vi})^2}. \quad (4)$$

- 3) Побудувати дендрограму [8, 9, 10].
- 4) Зробити висновки на основі отриманих результатів.

Отже, створимо матрицю вхідних даних, використовуючи інформацію, подану в таблиці 2:

$$A := \begin{bmatrix} 7986.004 & 26514.696 & 5395.207 & 21935.199 & 9725.360 & 186167.805 \\ 21602 & 49911 & 53144 & 52825 & 5894 & 312706 \\ 5058.422 & 24264.327 & 1347.486 & 9622.971 & 3617.050 & 73315.858 \\ 3295.262 & 15638.741 & 5000.790 & 8167.137 & 1776.857 & 63007.518 \\ 1362.246 & 49912.943 & 28099.299 & 10324.256 & 2019.719 & 115581.838 \end{bmatrix}$$

Розраховуємо середні значення даної матриці по рядках:

- 1) середнє значення показників АТ «Ощадбанк»:

$$x_{-1} := \frac{1}{6} \cdot (7986.004 + 26514.696 + 5395.207 + 21935.199 + 9725.360 + 186167.805) = 4.295 \cdot 10^4$$

- 2) середнє значення показників АТ «ПриватБанк»:

$$x_{-2} := \frac{1}{6} \cdot (21602 + 49911 + 53144 + 52825 + 5894 + 312706) = 8.268 \cdot 10^4$$

- 3) середнє значення показників АТ «Альфа-банк»:

$$x_{-3} := \frac{1}{6} \cdot (5058.422 + 24264.327 + 1347.486 + 9622.971 + 3617.050 + 73315.858) = 1.954 \cdot 10^4$$

4) середнє значення показників АТ «Укрсиббанк»:

$$x_{-4} := \frac{1}{6} \cdot (3295.262 + 15638.741 + 5000.790 + 8167.137 + 1776.857 + 63007.518) = 1.615 \cdot 10^4$$

5) середнє значення показників АТ «Укресімбанк»:

$$x_{-5} := \frac{1}{6} \cdot (1362.246 + 49912.943 + 28099.299 + 10324.256 + 2019.719 + 115581.838) = 3.455 \cdot 10^4$$

З отриманих результатів побудуємо матрицю В:

$$B := \begin{bmatrix} 4.295 \cdot 10^4 & 4.295 \cdot 10^4 & 4.295 \cdot 10^4 & 4.295 \cdot 10^4 & 4.295 \cdot 10^4 & 4.295 \cdot 10^4 \\ 8.268 \cdot 10^4 & 8.268 \cdot 10^4 & 8.268 \cdot 10^4 & 8.268 \cdot 10^4 & 8.268 \cdot 10^4 & 8.268 \cdot 10^4 \\ 1.954 \cdot 10^4 & 1.954 \cdot 10^4 & 1.954 \cdot 10^4 & 1.954 \cdot 10^4 & 1.954 \cdot 10^4 & 1.954 \cdot 10^4 \\ 1.615 \cdot 10^4 & 1.615 \cdot 10^4 & 1.615 \cdot 10^4 & 1.615 \cdot 10^4 & 1.615 \cdot 10^4 & 1.615 \cdot 10^4 \\ 3.455 \cdot 10^4 & 3.455 \cdot 10^4 & 3.455 \cdot 10^4 & 3.455 \cdot 10^4 & 3.455 \cdot 10^4 & 3.455 \cdot 10^4 \end{bmatrix}$$

Знаходимо різницю між матрицею вхідних даних А та матрицею середніх значень В:

$$C := A - B$$

$$C = \begin{bmatrix} -3.496 \cdot 10^4 & -1.644 \cdot 10^4 & -3.755 \cdot 10^4 & -2.101 \cdot 10^4 & -3.322 \cdot 10^4 & 1.432 \cdot 10^5 \\ -6.108 \cdot 10^4 & -3.277 \cdot 10^4 & -2.954 \cdot 10^4 & -2.986 \cdot 10^4 & -7.679 \cdot 10^4 & 2.3 \cdot 10^5 \\ -1.448 \cdot 10^4 & 4.724 \cdot 10^3 & -1.819 \cdot 10^4 & -9.917 \cdot 10^3 & -1.592 \cdot 10^4 & 5.378 \cdot 10^4 \\ -1.285 \cdot 10^4 & -511.259 & -1.115 \cdot 10^4 & -7.983 \cdot 10^3 & -1.437 \cdot 10^4 & 4.686 \cdot 10^4 \\ -3.319 \cdot 10^4 & 1.536 \cdot 10^4 & -6.451 \cdot 10^3 & -2.423 \cdot 10^4 & -3.253 \cdot 10^4 & 8.103 \cdot 10^4 \end{bmatrix}$$

Підносимо до квадрату матрицю вхідних даних А та матрицю середніх значень В:

$$Ak = A^2$$

$$Ak = \begin{bmatrix} 6.378 \cdot 10^7 & 7.03 \cdot 10^8 & 2.911 \cdot 10^7 & 4.812 \cdot 10^8 & 9.458 \cdot 10^7 & 3.466 \cdot 10^{10} \\ 4.666 \cdot 10^8 & 2.491 \cdot 10^9 & 2.824 \cdot 10^9 & 2.79 \cdot 10^9 & 3.474 \cdot 10^7 & 9.779 \cdot 10^{10} \\ 2.559 \cdot 10^7 & 5.888 \cdot 10^8 & 1.816 \cdot 10^6 & 9.26 \cdot 10^7 & 1.308 \cdot 10^7 & 5.375 \cdot 10^9 \\ 1.086 \cdot 10^7 & 2.446 \cdot 10^8 & 2.501 \cdot 10^7 & 6.67 \cdot 10^7 & 3.157 \cdot 10^6 & 3.97 \cdot 10^9 \\ 1.856 \cdot 10^6 & 2.491 \cdot 10^9 & 7.896 \cdot 10^8 & 1.066 \cdot 10^8 & 4.079 \cdot 10^6 & 1.336 \cdot 10^{10} \end{bmatrix}$$

$$Bk = B^2$$

$$Bk = \begin{bmatrix} 1.845 \cdot 10^9 & 1.845 \cdot 10^9 & 1.845 \cdot 10^9 & 1.845 \cdot 10^9 & 1.845 \cdot 10^9 & 1.845 \cdot 10^9 \\ 6.836 \cdot 10^9 & 6.836 \cdot 10^9 & 6.836 \cdot 10^9 & 6.836 \cdot 10^9 & 6.836 \cdot 10^9 & 6.836 \cdot 10^9 \\ 3.818 \cdot 10^8 & 3.818 \cdot 10^8 & 3.818 \cdot 10^8 & 3.818 \cdot 10^8 & 3.818 \cdot 10^8 & 3.818 \cdot 10^8 \\ 2.608 \cdot 10^8 & 2.608 \cdot 10^8 & 2.608 \cdot 10^8 & 2.608 \cdot 10^8 & 2.608 \cdot 10^8 & 2.608 \cdot 10^8 \\ 1.194 \cdot 10^9 & 1.194 \cdot 10^9 & 1.194 \cdot 10^9 & 1.194 \cdot 10^9 & 1.194 \cdot 10^9 & 1.194 \cdot 10^9 \end{bmatrix}$$

Знаходимо різницю матриць Ak і Bk, та обчислюємо їх корінь квадратний для розрахунку середньо квадратичного відхилення.

$$S_j := Ak - Bk$$

$$S_j = \begin{bmatrix} -1.781 \cdot 10^9 & -1.142 \cdot 10^9 & -1.816 \cdot 10^9 & -1.364 \cdot 10^9 & -1.75 \cdot 10^9 & 3.282 \cdot 10^{10} \\ -6.369 \cdot 10^9 & -4.345 \cdot 10^9 & -4.012 \cdot 10^9 & -4.046 \cdot 10^9 & -6.801 \cdot 10^9 & 9.095 \cdot 10^{10} \\ -3.562 \cdot 10^8 & 2.07 \cdot 10^8 & -3.8 \cdot 10^8 & -2.892 \cdot 10^8 & -3.687 \cdot 10^8 & 4.993 \cdot 10^9 \\ -2.499 \cdot 10^8 & -1.62 \cdot 10^7 & -2.358 \cdot 10^8 & -1.941 \cdot 10^8 & -2.576 \cdot 10^8 & 3.709 \cdot 10^9 \\ -1.192 \cdot 10^9 & 1.297 \cdot 10^9 & -4.044 \cdot 10^8 & -1.087 \cdot 10^9 & -1.19 \cdot 10^9 & 1.217 \cdot 10^{10} \end{bmatrix}$$

Обчислюємо корінь квадратний з матриці S_j та отримуємо середнє квадратичне відхилення:

$$\text{sqrt}(S_j) = \begin{bmatrix} 4.22i \cdot 10^4 & 3.379i \cdot 10^4 & 4.261i \cdot 10^4 & 3.693i \cdot 10^4 & 4.184i \cdot 10^4 & 1.811 \cdot 10^5 \\ 7.981i \cdot 10^4 & 6.592i \cdot 10^4 & 6.334i \cdot 10^4 & 6.361i \cdot 10^4 & 8.247i \cdot 10^4 & 3.016 \cdot 10^5 \\ 1.887i \cdot 10^4 & 1.439 \cdot 10^4 & 1.949i \cdot 10^4 & 1.701i \cdot 10^4 & 1.92i \cdot 10^4 & 7.066 \cdot 10^4 \\ 1.581i \cdot 10^4 & 4.025i \cdot 10^3 & 1.536i \cdot 10^4 & 1.393i \cdot 10^4 & 1.605i \cdot 10^4 & 6.09 \cdot 10^4 \\ 3.453i \cdot 10^4 & 3.601 \cdot 10^4 & 2.011i \cdot 10^4 & 3.298i \cdot 10^4 & 3.45i \cdot 10^4 & 1.103 \cdot 10^5 \end{bmatrix}$$

З отриманих значень можемо обчислити матрицю нормованих значень (Z):

$$Z_{ij} := \frac{C}{\text{sqrt}(S_j)}$$

$$Z_{ij} = \begin{bmatrix} 0.829i & 0.486i & 0.881i & 0.569i & 0.794i & 0.791 \\ 0.765i & 0.497i & 0.466i & 0.469i & 0.931i & 0.763 \\ 0.767i & 0.328 & 0.933i & 0.583i & 0.829i & 0.761 \\ 0.813i & 0.127i & 0.726i & 0.573i & 0.896i & 0.769 \\ 0.961i & 0.427 & 0.321i & 0.735i & 0.943i & 0.735 \end{bmatrix}$$

Розраховуємо матрицю відстаней між показниками банків. Для цього використовуємо матриці A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 :

$$A_1 := [7986.004 \quad 26514.696 \quad 5395.207 \quad 21935.199 \quad 9725.360 \quad 186167.805]$$

$$A_2 := [21602 \quad 49911 \quad 53144 \quad 52825 \quad 5894 \quad 312706]$$

$$A_3 := [5058.422 \quad 24264.327 \quad 1347.486 \quad 9622.971 \quad 3617.050 \quad 73315.858]$$

$$A_4 := [3295.262 \quad 15638.741 \quad 5000.790 \quad 8167.137 \quad 1776.857 \quad 63007.518]$$

$$A_5 := [1362.246 \quad 49912.943 \quad 28099.299 \quad 10324.256 \quad 2019.719 \quad 115581.838]$$

$$P_1 := (A_1 - A_2) + (A_1 - A_3) + (A_1 - A_4) + (A_1 - A_5)$$

$$P_1 = [626.086 \quad -3.367 \cdot 10^4 \quad -6.601 \cdot 10^4 \quad 6.801 \cdot 10^3 \quad 2.559 \cdot 10^4 \quad 1.801 \cdot 10^5]$$

$$P_2 := (A_2 - A_1) + (A_2 - A_3) + (A_2 - A_4) + (A_2 - A_5)$$

$$P_2 = [6.871 \cdot 10^4 \quad 8.331 \cdot 10^4 \quad 1.727 \cdot 10^5 \quad 1.613 \cdot 10^5 \quad 6.437 \cdot 10^3 \quad 8.128 \cdot 10^5]$$

$$P_3 := (A_3 - A_1) + (A_3 - A_2) + (A_3 - A_4) + (A_3 - A_5)$$

$$P_3 = [-1.401 \cdot 10^4 \quad -4.492 \cdot 10^4 \quad -8.625 \cdot 10^4 \quad -5.476 \cdot 10^4 \quad -4.948 \cdot 10^3 \quad -3.842 \cdot 10^5]$$

$$P_4 := (A_4 - A_1) + (A_4 - A_2) + (A_4 - A_3) + (A_4 - A_5)$$

$$P_4 = [-2.283 \cdot 10^4 \quad -8.805 \cdot 10^4 \quad -6.798 \cdot 10^4 \quad -6.204 \cdot 10^4 \quad -1.415 \cdot 10^4 \quad -4.357 \cdot 10^5]$$

$$P_5 := (A_5 - A_1) + (A_5 - A_2) + (A_5 - A_3) + (A_5 - A_4)$$

$$P_5 = [-3.249 \cdot 10^4 \quad 8.332 \cdot 10^4 \quad 4.751 \cdot 10^4 \quad -5.125 \cdot 10^4 \quad -1.293 \cdot 10^4 \quad -1.729 \cdot 10^5]$$

$$P := \begin{bmatrix} 626.086 & -3.367 \cdot 10^4 & -6.601 \cdot 10^4 & 6.801 \cdot 10^3 & 2.559 \cdot 10^4 & 1.801 \cdot 10^5 \\ 6.871 \cdot 10^4 & 8.331 \cdot 10^4 & 1.727 \cdot 10^5 & 1.613 \cdot 10^5 & 6.437 \cdot 10^3 & 8.128 \cdot 10^5 \\ -1.401 \cdot 10^4 & -4.492 \cdot 10^4 & -8.625 \cdot 10^4 & -5.476 \cdot 10^4 & -4.948 \cdot 10^3 & -3.842 \cdot 10^5 \\ -2.283 \cdot 10^4 & -8.805 \cdot 10^4 & -6.798 \cdot 10^4 & -6.204 \cdot 10^4 & -1.415 \cdot 10^4 & -4.357 \cdot 10^5 \\ -3.249 \cdot 10^4 & 8.332 \cdot 10^4 & 4.751 \cdot 10^4 & -5.125 \cdot 10^4 & -1.293 \cdot 10^4 & -1.729 \cdot 10^5 \end{bmatrix}$$

Отримані значення групуємо в проміжні матриці відстаней R, які формуються за прикладом «найближчого сусіда»:

$$R_1 := \begin{bmatrix} 0 & 6.871 \cdot 10^4 & -1.401 \cdot 10^4 & -2.283 \cdot 10^4 & -3.249 \cdot 10^4 \\ -3.367 \cdot 10^4 & 0 & -4.492 \cdot 10^4 & -8.805 \cdot 10^4 & 8.332 \cdot 10^4 \\ -6.601 \cdot 10^4 & 1.727 \cdot 10^5 & 0 & -6.798 \cdot 10^4 & 4.751 \cdot 10^4 \\ 6.801 \cdot 10^3 & 1.613 \cdot 10^5 & -5.476 \cdot 10^4 & 0 & -5.125 \cdot 10^4 \\ 2.559 \cdot 10^4 & 6.437 \cdot 10^3 & -4.948 \cdot 10^3 & -1.415 \cdot 10^4 & 0 \\ 1.801 \cdot 10^5 & 8.128 \cdot 10^5 & -3.842 \cdot 10^5 & -4.357 \cdot 10^5 & -1.729 \cdot 10^5 \end{bmatrix}$$

$$R_2 := \begin{bmatrix} 0 & 6.871 \cdot 10^4 & -1.401 \cdot 10^4 & -2.283 \cdot 10^4 & -3.249 \cdot 10^4 \\ 0 & 0 & -4.492 \cdot 10^4 & -8.805 \cdot 10^4 & 8.332 \cdot 10^4 \\ 0 & 0 & 0 & -6.798 \cdot 10^4 & 4.751 \cdot 10^4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -5.125 \cdot 10^4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Для побудови останнього етапу моделювання здійснимо перетворення матриці відстані.

Останнім із етапів проведення моделювання інструментарієм кластерного аналізу є побудова дендрограми. Це ми реалізуємо, застосовуючи сучасне програмне забезпечення Matlab.

Результати проведеного моделювання реалізованого в програмному забезпеченні Matlab, представлено на рисунку 6.

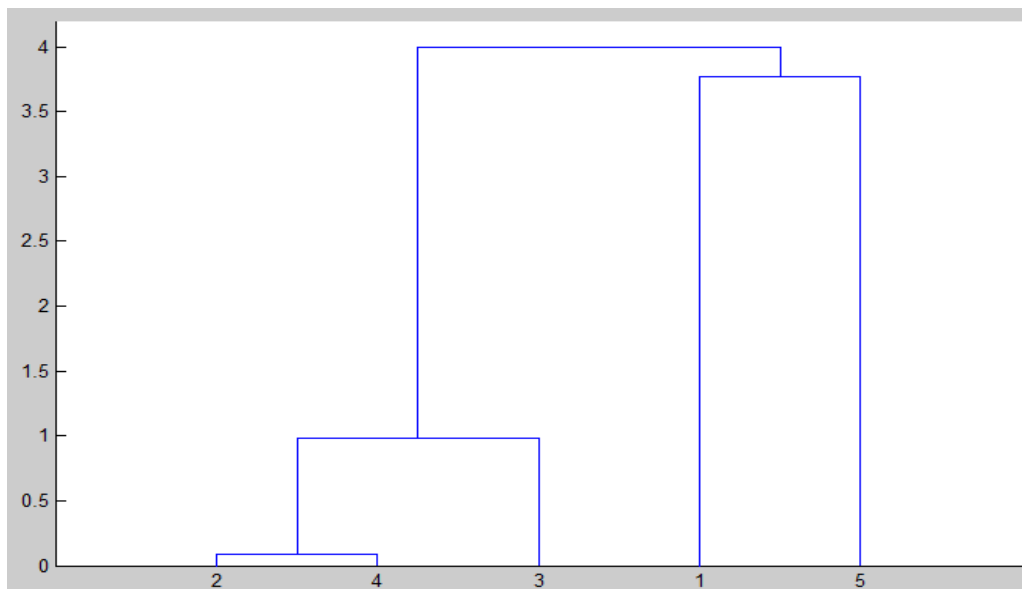


Рис. 6. Результати проведеного моделювання побудова дендрограми кластерів банківської системи України

У результаті моделювання утворилися чотири основних кластери з відповідними індексами, які можливо трансформувати у фінансові показники. Перший кластер – це банківські установи, як завершили рік з прибутком, хоча невеликим в діапазоні індексу $1,871 \cdot 10^4$ – $1,92 \cdot 10^4$; до другого кластеру відносяться банки, які завершили 2020 рік з середнім рівнем фінансових показників в діапазоні та мають фінансові показники з нижчими значеннями в межах $2,283 \cdot 10^4$ – $4,492 \cdot 10^4$; до третього кластеру відносяться банки, які мають достаньо високі фінансові показники в діапазоні $2,283 \cdot 10^{10}$ – $6,798 \cdot 10^4$; до четвертого кластеру відносяться банки-лідери на ринку надання банківських послуг, які завершили рік з прибутками в діапазоні $4,751 \cdot 10^4$ – $8,332 \cdot 10^4$.

6. Висновки та перспективи подальших досліджень в даному напрямку.

Досліджено динаміку банківського сектору національної економіки (на прикладі п'яти провідних вітчизняних банків) за допомогою кластерного аналізу. Згідно результатів здійсненого моделювання на основі даних банківських установ України, утворено чотири кластери з відповідними індексами, які можливо трансформувати у фінансові показники. В процесі кластерного аналізу, для підсилення результату, інвестор може визначити пріоритетні показники дослідження та надати їм більшу увагу.

Author details (in English)

MODELING THE DYNAMICS OF DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF BANKING INSTITUTIONS WITH CLUSTER ANALYSIS TOOLS

Nataliya HARMATIY

e-mail: garmatiy.nat@meta.ua
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4426-9223>

Julia VOLOBUEVA

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University,
56 Ruska str., 46001 Ternopil, Ukraine*

e-mail: uliavolobueva88@gmail.com

Serhii HARMATIY

e-mail: garmatiys@gmail.com

Sophia SURPITA

e-mail: sofisiurpita@gmail.com

Abstract. *Scientific research of modern economic processes uses various tools for processing input information and interpretation of the results. One of the scientific methods that has received a wide range of practical applications is the method of economic objects research by cluster analysis. This method makes it possible through the transformation of the matrix of input indicators into a matrix of normalized values to have at the input of the study both quantitative and, if necessary, qualitative indicators, in index or percentage form of representation. The research result will be a matrix of distances, on the basis of which the final dendrogram, which visualizes the calculations carried out, is constructed.*

It is proven that the study of the national economy's banking sector development dynamics through the formation of clusters is an important method of improving the forms of state, commercial and other forms of financial structures ownership by the main regulator National Bank of Ukraine and other governing bodies. Also, the study of the banking sector by external and domestic investors through the already formed clusters is appropriate and promising as through the weights it is possible to focus on those financial and economic indicators that are currently of interest to investors. European experience in creating clusters and state support in these areas makes it possible to conclude how relevant from a scientific point of view and practical implementation the study of modern scientists in this field is. It is stated that within the national economy, there is already experience in creating clusters in various sectors of the economy, such as the creation of agricultural clusters, IT clusters in Lviv, Kharkiv, Dnipropetrovsk regions. The creation and implementation of cluster structures in the banking sector has not been fully studied and practically used, but there are many state and commercial companies and banks, which in our opinion should be combined into special clusters. This would also allow state institutions to monitor, share technologies and recent developments with companies that are united in cluster structures.

Key words: *cluster analysis of Ukrainian banks, matrix of normalized values, dendrogram, dynamics of banks development.*

Appendix A. Supplementary material

Supplementary data associated with this article can be found, in the online version, at

<http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2021/21hnmika.pdf>

Funding

The authors received no direct funding for this research.

Citation information

Harmatiy, N., Volobueva, J., Harmatii, S. & Surpita, S. (2021) Modeliuvannia dynamiky rozvytku ta vdoskonalennia bankivskykh ustanov instrumentariem klasternoho analizu [Modeling the dynamics of development and improvement of banking institutions with cluster analysis tools]. *Sotsialno-ekonomichni problemy i derzhava* [Socio-Economic Problems and the State] (electronic journal), Vol. 25, no. 2, pp. 136-148. Available at: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2021/21hnmika.pdf>

Використана література:

1. Річна окрема фінансова звітність АТ «Ощадбанк». URL: https://www.oschadbank.ua/uploads/0/1168-oschadbank_2020_ukr_separate_fs.pdf
2. Річна фінансова звітність АТ КБ «ПриватБанк». URL: https://static.privatbank.ua/files/PB_SepUkr_2021.03.15_Zvit_Last_n.pdf
3. Фінансова звітність згідно з МСФЗ АТ «Альфа-банк». URL: <https://alfabank.ua/storage/files/finzvitnit-abpkf-za-2020.pdf>
4. Консолідована фінансова звітність і звіт незалежного аудитора АТ «Укрсиббанк». URL: https://my.ukrsibbank.com/common/upload/ukrsibbank/financial-reports/2020/Ukrsibbank_20fsu_Consolidated_with%20signatures.pdf
5. Річна окрема фінансова звітність АТ «Укрексімбанк». URL: <https://www.eximb.com/assets/files/download/a1-1-2-stand-alone-fs-exim-2020-encrypt.pdf>
6. Моделювання розвитку машинобудування на базі теорії нечітких множин / Р. М. Рогатинський та ін. Науковий вісник Національного гірничого університету. 2020. № 2. С. 74–81. DOI: [10.33271/nvngu/2020-2/074](https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-2/074)

7. Rogatynskiy R., Harmatiy N., Khymych I. Increase of the efficiency of companies functioning by means of cluster structures creation. *Modern Management: Economy and Administration. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole*, 2018. С. 128-133.
8. Рогатинський Р. М., Гарматій Н. М. Кластеризація регіонів України за економічними факторами інструментарієм економіко-математичного моделювання. *Актуальні проблеми економіки* №7. 2017. С. 112-119
9. Garmatiy N., Riznyk N., Harmatiy S. Economic analysis of activities of companies of Ukraine and Poland and clusterization of the insurance market of the national economy. *Business Risk in Changing Dynamics of Global Village 2*, 2019. pp. 244-252.
10. Гарматій Н. Химич І., Різник Н. Специфіка забезпеченості ефективності діяльності підприємства фінансовими ресурсами, на прикладі ПАТ «Київська кондитерська фабрика «Рошен». *Соціально-економічні проблеми і держава*. 2020. Вип. 1 (22). С. 91-100. URL: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2020/20hnmkfr.pdf> DOI: [10.33108/sepd2020.01.091](https://doi.org/10.33108/sepd2020.01.091)
11. Репп Г. І. Аналіз кластерного розвитку регіонів України станом на 2018 рік. *Вісник Національної академії державного управління при Президентові України*. Серія : Державне управління. 2018. № 3. С. 85-90.
12. Пономаренко І. В., Унтура А. В. Використання кластерного аналізу для групування міжнародних компаній. *ДВНЗ. Дніпро: Східна Європа: економіка, бізнес та управління*, 2018. С.792– 796. URL: <https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/12456/1/139.pdf>
13. Федішин І. Б., Гарматій Н. Інвестиційно-інноваційна діяльність підприємств промисловості України. *Галицький економічний вісник*, 2020. Том 63. № 2. С. 26–34.
14. Marynenko N., Fedyshyn Iryna, Garmatiy N., Kramar I. Financing innovation activity in Ukraine: realities and perspectives. *Economic Review – Journal of Economics and Business*, Vol. XVII, Issue 1, May 2019. Pp. 33-46.

References

1. Annual separate financial statements of Oschadbank JSC. Retrieved from: https://www.oschadbank.ua/uploads/0/1168-oschadbank_2020_ukr_separate_fs.pdf
2. Annual financial statements of JSC CB "PrivatBank". Retrieved from: https://static.privatbank.ua/files/PB_SepUkr_2021.03.15_Zvit_Last_n.pdf
3. Financial statements in accordance with IFRS of JSC "Alfa-Bank". Retrieved from: <https://alfabank.ua/storage/files/finzvitnit-abpkf-za-2020.pdf>
4. Consolidated financial statements and the report of the independent auditor of JSC Ukrsibbank. Retrieved from: https://my.ukrsibbank.com/common/upload/ukrsibbank/financial-reports/2020/Ukrsibbank_20fsu_Consolidated_with%20signatures.pdf
5. Annual separate financial statements of Ukreximbank JSC. Retrieved from: <https://www.eximb.com/assets/files/download/a1-1-2-stand-alone-fs-exim-2020-encrypt.pdf>
6. Rohatynskiy R., Harmatiy N., Fedyshyn I., Dmytriv D. (2020) Modeling the development of machine-building industry on the basis of the fuzzy sets theory. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, № 2. pp. 74-81. DOI: [10.33271/nvngu/2020-2/074](https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-2/074)
7. Rohatynskiy R., Harmatiy N., Khymych I. (2018) Increase of the efficiency of companies functioning by means of cluster structures creation» *Modern Management: Economy and Administration. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole*. pp. 128-133.

8. Rohatynskiy R. M., Harmatii N. M (2017) Klasteryzatsiia rehioniv Ukrainy za ekonomichnymy faktoramy instrumentariiem ekonomiko-matematichnoho modeliuvannia [Clustering of regions of Ukraine by economic factors as a tool of economic and mathematical modeling]. *Aktualni problemy ekonomiky*, №7. pp.112-119.
9. Natalia Garmatiy, Natalia Riznyk, Sergiy Harmatiy (2019) Economic analysis of activities of companies of Ukraine and Poland and clusterization of the insurance market of the national economy. *Business Risk in Changing Dynamics of Global Village 2*, pp 244-252.
10. Harmatiy, N., Khymych, I., Riznyk, N. (2020) Spetsyfika zabezpechenosti efektyvnosti diialnosti pidpriemstva finansovymy resursamy, na prykladi PAT «Kyivska kondyterska fabryka «Roshen» [Specificity of ensuring the efficiency of the enterprise's activity with financial resources, PJSC «Kyiv confectionery factory «Roshen» as a case study]. *Sotsialno-ekonomichni problemy i derzhava [Socio-Economic Problems and the State]* (electronic journal), Vol. 22, no. 1, pp. 91-100. Available at: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2020/20hnmkfr.pdf> DOI: [10.33108/sepd2020.01.091](https://doi.org/10.33108/sepd2020.01.091)
11. Repp H.I. (2018) Analiz klasterneho rozvytku rehioniv Ukrainy stanom na 2018 rik [Analysis of cluster development of the regions of Ukraine as of 2018]. *Visnyk Natsionalnoi akademii derzhavnoho upravlinnia pry Prezydentovi Ukrain*, Vol. 3. pp. 85-90.
12. Ponomarenko I.V., Untura A.V. (2018) Vykorystannia klasterneho analizu dlia hrupuvannia mizhnarodnykh kompanii [Using cluster analysis to group international companies]. *Skhidna Yevropa: ekonomika, biznes ta upravlinnia*. pp.792– 796. Available at: <https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/12456/1/139.pdf>
13. Fedyshyn I., Harmatiy N. (2020) Investytsiino-innovatsiina diialnist pidpriemstv promyslovosti Ukrainy [Investment and innovation activity of the Ukrainian industrial enterprises]. *Galician economic journal*, vol. 63, no 2, pp. 26-34.
14. Marynenko N., Fedyshyn I., Garmatiy N., Kramar I. (2019) Financing innovation activity in Ukraine: realities and perspectives. *Economic Review – Journal of Economics and Business*, Vol. XVII, Issue 1. pp. 33-46.



© 2021 Socio-Economic Problems and the State. All rights reserved.
 This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.
 You are free to:
 Share — copy and redistribute the material in any medium or format Adapt — remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.
 The licensor cannot revoke these freedoms as long as you follow the license terms.
 Under the following terms:
 Attribution — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made.
 You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.
 No additional restrictions
 You may not apply legal terms or technological measures that legally restrict others from doing anything the license permits.

Socio-Economic Problems and the State (ISSN: 2223-3822) is published by Academy of Social Management (ASM) and Ternopil Ivan Puluj National Technical University (TNTU), Ukraine, Europe.

Publishing with SEPS ensures:

- Immediate, universal access to your article on publication
- High visibility and discoverability via the SEPS website
- Rapid publication
- Guaranteed legacy preservation of your article
- Discounts and waivers for authors in developing regions

Submit your manuscript to a SEPS journal at <http://sepd.tntu.edu.ua>

