

**Долінський Л. Б.**, к.е.н., доцент кафедри економіко-математичного моделювання, ДВНЗ «Київський національний економічний університет ім. Вадима Гетьмана»

**Мірошниченко І. В.**, к.е.н., старший викладач кафедри економіко-математичного моделювання ДВНЗ «Київський національний економічний університет ім. Вадима Гетьмана»

**Корчинський В. В.**, студент 6-го курсу (магістрант) ДВНЗ «Київський національний економічний університет ім. Вадима Гетьмана»

**Leonid Borisovich Dolinskyi**

PhD, Associate Professor,  
Department of economic and mathematic modeling,  
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

**Ihor Viktorovich Miroshnychenko**

PhD, Senior Lecturer  
Department of economic and mathematic modeling,  
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

**Vladislav Viktorovich Korchynskiy**

6<sup>th</sup> grade student, undergraduate,  
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

## **КЛАСТЕРНИЙ АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ БАНКІВСЬКИХ УСТАНОВ В УКРАЇНІ CLUSTER ANALYSIS OF BANKING INSTITUTION RELIABILITY IN UKRAINE**

*АНОТАЦІЯ. Проаналізовано показники надійності та ефективності вітчизняних банків. Сформовано набір коефіцієнтів, що всебічно описує їх стабільність і фінансову стійкість, обчислення значень даних коефіцієнтів проведено з використанням актуальних даних статистичної звітності НБУ. Побудовано нейронну мережу типу карти самоорганізації Кохонена з використанням обраних коефіцієнтів та програмного пакету Deductor Studio. Проведено налаштування параметрів нейромережі, оптимальні значення яких визначені експериментальним шляхом. Як результат моделювання, отримано компонентні площини та карта самоорганізації, на якій виділено кластери. Проведено обґрунтування належності банків до різних кластерів, проведено порівняльний аналіз з класифікацією НБУ та сформовані загальні висновки.*

*КЛЮЧОВІ СЛОВА. Банки; надійність; фінансова стійкість; нейронні мережі; карта самоорганізації Кохонена; кластерний аналіз*

*АНОТАЦИЯ. Проанализировано показатели надежности и эффективности отечественных банков. Сформирован набор коэффициентов, которые всесторонне описывают стабильность и финансовую устойчивость, расчеты значений данных коэффициентов проведены с использованием актуальных данных статистической отчетности НБУ. Построено нейронную сеть типа карты самоорганизации Кохонена с использованием*

*отобранных коэффициентов и программного пакета Deductor Studio. Проведена настройка параметров нейросети, оптимальные значения для которых были определены экспериментальным путем. Как результат моделирования были получены компонентные площади и карта самоорганизации, на которой выделены кластеры. Приведено обоснование принадлежности банков к разным кластерам и сравнительный анализ с классификацией НБУ и сформированы общие выводы.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА.** *Банки; надежность; финансовая устойчивость; нейронные сети; карта самоорганизации Кохонена; кластерный анализ.*

**ABSTRACT.** *The indicators of domestic banks reliability and efficiency were analyzed. Was formed a set of coefficients that would comprehensively describe their stability and financial strength, calculations of the values for these coefficients were carried out using the up-to-date statistical data from the NBU. Using the selected coefficients and the Deductor Studio software package was builda Kohonen self-organization map neural network was built. Were tuned the neural network parameters, the optimal values for which were determined experimentally. The component areas and self-organization map were obtained as a modeling result, and thereafter clusters were distinguished. The authors substantiate the banks'belonging to different clusters, carried out a comparative analysis with the NBU classification and formed general conclusions.*

**KEYWORDS.** *Banks; reliability; financial stability; neural networks; Kohonen self-organization maps; cluster analysis.*

**Постановка проблеми.** На сьогодні у фінансовому секторі в цілому, і у банківській сфері зокрема, помітні руйнівні наслідки кризи попередніх років і досі зберігаються негативні тенденції у динаміці окремих фінансово-статистичних показників банківської системи України. Звертаючись до статистичних даних, можна, з одного боку, однозначно стверджувати про ефективне виконання «Комплексної програми розвитку фінансового сектору України до 2020 року» [1], що серед іншого передбачає проведення очистки фінансового сектору та виведення неплатоспроможних банків з ринку. Так, на початок 2016 року в Україні нараховувалось 117 банківських установ, тоді як станом на 01.08.17 у системі залишилось лише 89. Таким чином, 28 банківських установ було ліквідовано, що мало сприяти оздоровленню банківської системи в цілому, але варто також відзначити, що при цьому деякі з них (наприклад банк «Михайлівський» і банк «Хрещатик») були ліквідовані незаконно, що було визнано адміністративним судом.

З іншого боку, причиною закриття даних банків, (а також того, що ще 69 банків на сьогоднішній день знаходяться на етапі ліквідації [2]) є невисокий рівень показників банківської діяльності. Наприклад, незважаючи на зростання кількості виданих кредитів з 01.08.16 до 01.08.17 на 6 973 млн грн, при цьому погіршилася якість кредитного портфелю (збільшилася частка простроченої

заборгованості), про що свідчить збільшення відрахувань до резервів під знецінення кредитів (за той самий період такі відрахування збільшилися у 1,5 разу). Як визначено в нормативних документах, сума таких резервів визначається як частина вартості негативно класифікованих активів, яку банк з певною мірою ймовірності, може вважати втраченою і відтак відносить на витрати своєї діяльності [3].

У статистичних даних також зазначено, що частка непрацюючих кредитів у загальній сумі кредитів, виданих у національній та іноземній валюті, за період з 01.02.17 по 01.08.17 зросла з 53,99 % (444 667 млн грн) до 57,99 % (591 530 млн грн).

Негативну тенденцію демонструють і показники прибутковості: рентабельність активів і капіталу за період з 01.01.2016 по 01.01.2017 зменшилися відповідно з  $-5,46\%$  і  $-51,91\%$  до  $-12,60\%$  і  $-116,74\%$ . Починаючи з 01.02.2017 ситуація дещо покращилася, але станом на 01.08.2017 рентабельність активів та капіталу все ще від'ємна:  $-0,03\%$  і  $-0,27\%$  відповідно [4].

Зважаючи на всі перелічені негативні тенденції, можна стверджувати про **актуальність** проведення досліджень в області визначення фінансової стійкості та ефективності діяльності банківських установ, що функціонують на вітчизняному ринку банківських послуг, який у цілому можна охарактеризувати як фінансово нестабільний.

Проблема фінансової стійкості банків була висвітлена у численних працях вітчизняних та іноземних науковців, зокрема у роботах Дзюблюка О. В. [5], Кочеткова В. М. [6] та Примостки Л. О. [7]. Питання аналізу ефективності різних аспектів банківської діяльності було розглянуто в працях Герасимовича А. М. [8] та Парасій-Вергуненко І. М. [9]. Проте, варто відзначити, що оцінювання фінансової стійкості, так само як і ефективності функціонування банків здійснюється, традиційно, за допомогою аналітичного інструментарію, основним недоліком якого є неможливість врахування внутрішніх залежностей, які можуть бути приховані в аналітичних даних.

Нами, на противагу, запропоновано використати інструментарій штучного інтелекту та нейронних мереж, особливістю якого є саме пошук таких залежностей.

Отже, **метою** даної статті є проведення дослідження надійності вітчизняних банківських установ в умовах кризових явищ і нестабільності фінансово-економічного середовища за допомогою методів штучного інтелекту та нейронних мереж, а саме карт самоорганізації Кохонена.

Для досягнення визначеної мети необхідне вирішення таких **завдань**, згідно з якими весь процес дослідження можна розділити на відповідні етапи:

- **відбір показників ефективності діяльності банків**, що об'єктивно та всебічно відображали б рівень фінансової стійкості та стабільності кожного з банків системи;

- **побудова нейронної мережі типу карти самоорганізації Кохонена**, що була б адекватною за своєю конфігурацією для вирішення поставленої задачі та **проведення кластеризації** на основі відібраних показників за допомогою побудованої нейромережі;

- **аналіз результатів і формування висновків** на основі отриманих карт поточного стану банківської системи та змін у їх структурі за останні роки.

Крім того, варто зазначити, що з 31.12.2015 року, відповідно до рішення Комітету з питань нагляду та регулювання діяльності банків №657 (зі змінами) [10], введено нову класифікацію банків, за якою банки поділяють на такі групи: банки з державною часткою; банки іноземних банківських груп; банки з часткою активів більше 0,5 % активів банківської системи; банки з часткою активів менше 0,5 % активів банківської системи. Отже, додатковий інтерес представляє таке завдання, як визначення відповідності отриманих результатів кластеризації банківської системи до розподілу, проведеному НБУ.

**Гіпотези при формуванні статистичної вибірки та набору показників.**

Перш за все, варто ввести уточнення стосовно структури та характеру використовуваних даних. У рамках дослідження використовувалися поквартальні дані по активам, пасивам, капіталу та фінансовим результатам, що представлені НБУ по працюючим банкам і деяким банкам, що ліквідуються. Для аналізу банківської системи України було обрано проміжок часу з III кварталу 2015 року по II квартал 2017 року включено (усього 7 періодів). Такий вибір був здійснений з метою охоплення саме того періоду, в якому запроваджено новий розподіл банків на групи. Таким чином, з'являється можливість не тільки провести аналіз розподілу банків у розрізі надійності та ефективності, але й дослідити взаємозв'язок належності банку до однієї з 4 груп та отриманих нами результатів.

Крім того, з метою забезпечення адекватності вхідних даних і роботи нейронної мережі, а також для уникнення помилкових висновків під час аналізу отриманих результатів, нами було введено спрощення та припущення.

1. Починаючи з III кварталу 2015 року НБУ у статистичній звітності публікує додаткові дані щодо величини кредитних операцій різних класів якості (від 1 до 5 класу). Спираючись на джерела [8, 11], ми висунули припущення про доцільність віднесення кредитних операцій 4 та 5 класу до безнадійних, та розрахунок коефіцієнту сумнівних кредитних операцій, що представлений відношенням розміру (в грошовому вимірі) операцій 4 та 5 класів до усіх кредитних операцій;

2. На етапі розрахунку коефіцієнтів серед отриманих даних трапляються викиди (аномально великі значення, або значення, обчислення яких неможливе, так як у знаменнику дробу знаходиться 0), що негативно впливають на результати роботи нейронної мережі. Тому для таких викидів нами, залежно від коефіцієнтів, здійснено відповідні заміни значень. Детальніше про заміну для кожного з коефіцієнтів буде описано нижче.

3. ПАТ «НЕОС БАНК» (Альтбанк з 4 кварталу 2016 року), було вилучено з вибірки даних. Даний банк не просто має слабкі, неякісні показники надійності та ефективності діяльності, а взагалі є непрацюючим, так як не має ані відповідної ресурсної бази, ні активних кредитних операцій (принаймні за кілька досліджуваних періодів). Також було вилучено спеціалізовані банківські структури, які на даний час не здійснюють активної діяльності – ПАТ «Розрахунковий центр» та Український банк реконструкції та розвитку. Коефіцієнти по даним трьом банкам справляли дестабілізуючий вплив на роботу нейромережі.

4. До вибірки даних також було включено ті банківські установи, які станом на II квартал 2017 року були визнані неплатоспроможними (або їх діяльність була зупинена НБУ з інших причин), але за якими були наявні звітні дані за увесь досліджуваний період. До таких банків відносяться: АКБ «Новий», ПАТ «Банк Юнісон», ПАТ КБ «Євробанк», ПАТ КБ «Фінансова ініціатива». Включення даних банків до вибірки, по-перше, дасть змогу проаналізувати основні причини закриття банків, і, по-друге, теоретично, посприє формуванню відповідного кластеру, потрапляння до якого інших, працюючих банків, може бути сигналом про погіршення їх показників.

5. З даної вибірки було вилучено дані недіючих банків ПАТ КБ «Родовід», ПАТ КБ «Гефест», ПАТ «Держзембанк», так як вони містили викиди, і знижували ефективність роботи нейромережі при моделюванні.

6. Хоча для побудови карти Кохонена використовувалися дані за останні 7 кварталів, при аналізі інтегральної карти на остан-

ньому етапі до уваги приймалося розташування банків по карті станом тільки на 2017 рік.

### **Етап 1: відбір показників ефективності діяльності банку**

Для подальшого проведення кластеризації важливим є визначення та формування такого набору фінансових коефіцієнтів, що з одного боку був би позбавлений надлишковості, та елементи якого були б несуперечними, неконфліктними, а з іншого боку – такого, що забезпечував би найвищу адекватність та ефективність роботи нейромережі (Карти Кохонена), тобто щоб усі коефіцієнти були співрозмірними, а весь набір коефіцієнтів всебічно характеризував би діяльність банківської системи.

Для того, щоб відібрати такі коефіцієнти, що найбільше відповідали б вищезазначеним критеріям, було опрацьовано низку джерел, серед яких: навчальний посібник за авторством Гітляревської Л. [12], Методики рейтингового оцінювання агентств «Рюрик» [13], та «ІВІ – Рейтинг» [14], Методика визначення рейтингу стійкості банку, розглянута автором фінансового порталу «Мінфін» [15] та інші [16–18].

Варто відзначити, що в Україні не існує єдиного універсального підходу до аналізу ефективності та надійності банківських установ. Отже, незважаючи на попередньо проведений ґрунтовний аналіз у досліджуваній області, етап відбору коефіцієнтів має суб'єктивний характер.

У результаті проведеного аналізу нами було сформовано такий набір коефіцієнтів, що було об'єднано в групи, за ознакою однорідності.

#### ***K0 – Коефіцієнт системності***

Окремо від інших груп коефіцієнтів виділено коефіцієнт системності. Він визначається як частка активів банку у загальних активах по банківській системі і характеризує вагу банку в системі.

*Порядок розрахунку:  $K0 = \text{Активи банку} / \text{Активи системи}$ .*

### **Група 1: оцінка якості і структури активів**

#### ***K1.1 – Коефіцієнт величини сумнівних кредитних операцій***

Характеризує кредитний портфель банку з точки зору його якості та надійності. Високі значення коефіцієнта свідчать про високу частку безнадійної заборгованості.

*Порядок розрахунку:  $K1.1 = \text{Сума по кредитним операціям 4 та 5 класів якості} / \text{Сума кредитних операцій всього}$ .*

#### ***K1.2 – Коефіцієнт величини дохідних активів***

Дохідні активи банку – це активи, що приносять процентний або інший дохід банку. Вони включають кредити надані, цінні

папери на продаж і до погашення та інші фінансові активи (лізингові та факторингові).

Коефіцієнт характеризує ефективність використання ресурсів банком. Високі значення коефіцієнта свідчать про високу ділову активність, низькі – про неефективне використання банком власних ресурсів.

*Порядок розрахунку:  $K1.2 = \text{Дохідні активи банку} / \text{Активи всього}$*

### ***K1.3 – Коефіцієнт якості активів***

Згідно положень НБУ, на формування резервів під сумнівні та безнадійні позики мають відраховуватись більше коштів, ніж під інші першокласні та надійні позики. Таким чином, можна зробити висновок, що чим вищим є відношення обсягів резервування до загального обсягу наданих кредитів (тобто чим вищим є значення даного коефіцієнту), тим меншою є частка працюючих кредитних активів.

Розрахунки містять викиди у випадку, якщо обсяг кредитів є невеликим відносно обсягів резервування, або дорівнює нулю. Для позбавлення викидів і забезпечення однорідності кластеризації, максимальний рівень показника обмежений значенням 1.

*Порядок розрахунку:  $K1.3 = \text{Резерви під знецінення кредитів} / \text{Кредити}$*

### ***K1.4 – Коефіцієнт дохідності активів***

Коефіцієнт характеризує здатність працюючих активів генерувати процентний дохід. Іншими словами, показник відображає величину процентного доходу, що припадає на одиницю працюючих активів.

*Порядок розрахунку:  $K4.4 = \text{Процентні доходи} / \text{Працюючі активи}$*

## **Група 2: оцінка якості і структури пасивів**

### ***K2.1 – Коефіцієнт використання міжбанківських позик***

Високі значення коефіцієнта можуть свідчити про недостатність власних коштів банку. Іноді використовується для визначення належності банку до іноземної банківської групи (отримання коштів від батьківських структур) [18]. Загалом, коефіцієнт характеризує залежність ресурсної бази від МБК.

*Порядок розрахунку:  $K2.1 = \text{Міжбанківські позики} / \text{Сума залучених коштів}$*

### ***K2.2 – Коефіцієнт строкової структури депозитів***

Характеризує стабільність депозитної бази. Чим вищим є значення коефіцієнта – тим стабільнішою вважається ресурсна база банку та вищою його ліквідність.

*Порядок розрахунку:  $K2.2 = \text{Строкові депозити} / \text{Депозити}$*

### ***K2.3 – Коефіцієнт залежності від вкладів фізичних осіб***

Високі значення коефіцієнту свідчать про залежність банку від вкладів фізичних осіб і його фінансову вразливість у випадку паніки серед вкладників.

*Порядок розрахунку:  $K2.3 = \text{Вклади фізичних осіб} / \text{Зобов'язання}$*

### ***K2.4 – Коефіцієнт ефективності використання залучених коштів***

Характеризує політику банку щодо використання залучених і запозичених коштів для своєї кредитно-інвестиційної діяльності, що включає кредитування клієнтів та інших банків та операції з цінними паперами. Результатом такої діяльності є отримання процентного доходу, але з іншого боку, висока частка кредитно-інвестиційного портфелю в активах підвищує загальний рівень ризику, що приймається банком. Так як кредитно-інвестиційна діяльність є основною бізнес лінією банку, даний коефіцієнт характеризує ефективність його діяльності як фінансової установи.

Занадто високе значення коефіцієнта може призвести до падіння ліквідності а занадто низьке – до зниження процентного спреду та, відповідно, до падіння рентабельності.

Розрахунки містять викиди у випадку, якщо банком використовуються додаткові ресурси, окрім залучених. Для позбавлення викидів і забезпечення однорідності кластеризації, максимальний рівень показника обмежений значенням 1.

*Порядок розрахунку:  $K2.4 = \text{Кредитно-інвестиційний портфель} / \text{Залучені та запозичені кошти}$*

## **Група 3: оцінка достатності капіталу**

### ***K3.1 – Коефіцієнт захищеності позик капіталом***

Коефіцієнт характеризує рівень покриття власним капіталом позик, наданих клієнтам та іншим банкам.

Розрахунки містять викиди у випадку, якщо обсяг кредитів невеликий відносно розміру капіталу або дорівнює нулю (пасивна кредитна політика); якщо значення капіталу приймає від'ємного значення. Для позбавлення викидів і забезпечення однорідності кластеризації, максимальний рівень показника обмежений значенням 2; від'ємні значення замінені на 0.

*Порядок розрахунку:  $K3.1 = \text{Власний капітал} / \text{Кредити}$*

### ***K3.2 – Коефіцієнт захищеності вкладів капіталом***

Коефіцієнт характеризує здатність банку покривати капіталом депозитні кошти.

Розрахунки містять викиди у випадку, якщо обсяг депозитів невеликий відносно розміру капіталу або дорівнює нулю (слабка



ресурсна база); якщо значення капіталу приймає від'ємного значення. Для позбавлення викидів і забезпечення однорідності кластеризації, максимальний рівень показника обмежений значенням 2; значення менші від 0,085 замінені на -1 (що дозволяє виділити окремих кластер банків з недостатністю капіталу).

*Порядок розрахунку:  $K3.2 = \text{Власний капітал} / \text{Депозити}$*

### ***K3.3 – Коефіцієнт незалежності***

Характеризує рівень забезпеченості банку власним капіталом і ступінь його незалежності. Іноді коефіцієнт ще називається коефіцієнтом автономії.

Розрахунки містять викиди у випадку, якщо значення капіталу приймає від'ємного значення. Для позбавлення викидів і забезпечення однорідності кластеризації, від'ємні значення замінені на 0.

*Порядок розрахунку:  $K3.3 = \text{Власний капітал} / \text{Активи}$*

## **Група 4: оцінка фінансового результату**

### ***K4.1 – Коефіцієнт рентабельності активів***

Даний коефіцієнт характеризує величину доходу банку на одиницю активів. Іншими словами, показник відображає скільки одиниць доходу здатна генерувати одиниця активів. Показник є загальнозживаним, і не тільки у банківській сфері.

З метою виділення окремо рентабельних і нерентабельних банків, було замінено від'ємні значення на 0.

*Порядок розрахунку:  $K4.1 = \text{Чистий прибуток} / \text{Активи}$*

### ***K4.2 – Коефіцієнт безризикового покриття адміністративних витрат***

Характеризує здатність банку покривати свої адміністративні витрати (до складу яких серед іншого входять заробітна плата та орендна плата) за рахунок безризикового комісійного доходу.

Розрахунки містять викиди у випадку, якщо значення чистого комісійного доходу набуває від'ємного значення. Для позбавлення викидів і забезпечення однорідності кластеризації, від'ємні значення замінені на 0.

*Порядок розрахунку:  $K4.2 = \text{Чистий комісійний дохід} / \text{Адміністративні витрати}$*

### ***K4.3 – Індикатор безризикового покриття адміністративних витрат***

Індикатор заснований на коефіцієнті 4.2 та є бінарним: приймає значення 1, якщо  $K4.2$  більше 0,5 (тобто банк покриває більше половини адміністративних витрат безризиковим доходом) і при цьому чистий процентний дохід більший за чистий комісій-

ний дохід (тобто комісійний дохід не є основним джерелом доходу банку). Інакше індикатор приймає значення 0.

Рівень стійкості та фінансової стабільності банку можна вважати вищим тоді, коли він не тільки покриває власні адміністративні витрати (принаймні їх половину) за рахунок безризикового чистого комісійного доходу, але й при цьому прибуток формується в основному за рахунок процентного доходу. У такому випадку, банк матиме змогу направити чистий прибуток (сформований за рахунок процентного доходу) на формування резервів, виплати дивідендів, докапіталізацію та ін. Інакше, якщо основне джерело доходу це комісійний дохід, банк навіть покривши адміністративні витрати, не буде мати в залишку достатньо ресурсів для адекватного розподілу.

Однак, хоча сформований нами початковий набір коефіцієнтів детально та достатньо повно характеризує ефективність і надійність банківських установ, для забезпечення адекватності роботи нейромережі та підвищення значущості результатів моделювання, з початкового набору нами були вилучені такі коефіцієнти:

- К1.1. Починаючи з I кварталу 2017 року, НБУ припинили публікацію додаткових показників, необхідних для розрахунку даного коефіцієнта, а саме інформації про обсяги за кредитними операціями різних класів якості. Додаткові складнощі виникають і при аналізі показника за період, де дані доступні, так як банки можуть свідомо відносити певні кредитні операції до сумнівних, з метою зменшення прибутку на суму резервів, і в результаті зменшення податку на прибуток. Інша ситуація можлива, коли банк фінансує пов'язаних осіб, і, у випадку неможливості повернення позики, повторно кредитує через «треті» банки або через випуск облігацій, і таким чином підтримує високу якість виданих кредитів. Однак, використання даного показника в поєднанні з іншими для детального структурного аналізу активів, та виявлення недобросовісних банків є перспективним напрямком для подальших досліджень.

- Коефіцієнти К.1.4, К.2.2, К.2.3, К.3.1 є широко розповсюдженими показниками, що використовуються для аналізу ефективності та надійності банківських установ, проте їх вилучення було необхідне для підвищення адекватності результатів роботи нейронної мережі шляхом зниження мультиколінеарності між подібними коефіцієнтами з однієї групи. Оскільки навіть після вилучення цих коефіцієнтів у кожній групі залишилися ключові показники, вважаємо, що зменшення набору розрахункових коефіцієнтів лише підвищило якість аналізу, при цьому він залишив-

ся комплексним, бо характеристика банківській установі надається з різних боків (активи, пасиви, фінансові результати тощо).

## Етап 2: проведення кластеризації та аналіз результатів

Наступним етапом нашого дослідження є власне побудова нейронної мережі Кохонена з метою визначення найподібніших банків за обраними фінансово-статистичними показниками.

Алгоритм даної нейронної мережі передбачає відображення масиву вхідної інформації на двовимірну решітку масиву нейронів.

Після коректної ініціалізації мережі запускається так званий процес конкуренції, який полягає у визначенні найбільш подібних нейронів до векторів вхідних показників. Найпоширенішим підходом до визначення подібності векторів є обчислення Евклідової відстані між ними:

$$\|\mathbf{x} - \mathbf{m}_i\| = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_j - \mu_{ij})^2}, \quad i = \overline{1, k},$$

де  $n$  – кількість елементів у векторі вхідних даних;

$\mathbf{m}_i$  – вектор вагових коефіцієнтів нейронів карти Кохонена  $\{\mu_{1j}, \dots, \mu_{nj}\}$ ;

$\mu_{ij}$  –  $i$ -та вага  $j$ -го нейрона;

$k$  – кількість нейронів Кохонена.

Після подання вхідних векторів на входи нейронів, відбувається змагання нейронів шару Т. Кохонена за правилом «переможець отримує все», згідно якого обирається нейрон-переможець, що є найближчим до вхідного вектора:

$$c = \arg \min_i \{\|\mathbf{x} - \mathbf{m}_i\|\}$$

Після визначення нейрона-переможця здійснюється процедура кооперації – визначення міри його впливу на сусідні нейрони. Нейрон-переможець знаходиться в центрі топологічного околу. При збудженні він впливає на просторово близькі до нього нейрони, проте даний вплив зменшується із збільшенням відстані до нейронів. Даний процес визначає топологічне сусідство нейронів, коли близько розташовані нейрони карти отримують схожі характеристики.

Найчастіше в якості функції сусідства використовується Гаусова функція, що має такий вигляд:

$$h_{ci}(t) = \exp\left(-\frac{\|r_c - r_i\|^2}{2\sigma^2(t)}\right),$$

де  $r_c$  і  $r_i$  – координати геометричного розташування вузлів  $c$  нейрона-переможця та інших вузлів  $i$  на карті;

$\sigma(t)$  – функція ефективної ширини топологічного околу.

На третьому кроці відбувається процес синаптичної адаптації:

$$m_i(t) = m_i(t - 1) + h_{ci}(t) * (x(t) - m_i(t - 1)).$$

Даний вираз застосовується до всіх нейронів решітки, що лежать у топологічному околі нейрона-переможця. У результаті має місце ефект зміщення вектора синоптичних ваг нейрона-переможця у напрямку вхідного вектора показників. За періодичного представлення даних, завдяки корекції околу нейрона-переможця вектори синаптичних ваг будуть прагнути досягти розподілу вхідних векторів.

Результатом побудованої карти самоорганізації є візуальне представлення двовимірної решітки нейронів, що відображає організаційну залежність банків України за показниками ефективності своєї діяльності.

Детальніше роботу нейронних мереж даного типу описано у роботах Т. Кохонена [19] та С. Хайкіна [20].

Перейдемо до опису специфікації нашої нейронної мережі. Реалізація кластеризації у рамках нашого дослідження була здійснена за допомогою відповідного інструментарію багатofункціонального програмного пакету *DeductorStudio*.

Вхідний набір даних складається з 651 спостереження (дані по 93 банкам за 7 кварталів). Навчальна вибірка складає 95 % вхідного набору даних, тестова вибірка – 5 %. Дані розподіляються між вибірками випадковим чином. Розмірність карти обрано 25 x 25, тобто нейронна мережа містить 625 нейронів. Розмірність підібрано таким чином, щоб кількість нейронів приблизно дорівнювала обсягу вхідних даних. Форма клітинок шестикутна, що сприяє кращому візуальному сприйняттю, та забезпечує адекватніший розрахунок евклідової відстані між клітинками. Допустима помилка мережі встановлена за замовчуванням менше 0,05, кількість епох навчання встановлена 800, і визначена експериментальним шляхом таким чином, щоб позбавитись ефекту перенавчання мережі. Спосіб початкової ініціалізації задається випадковими значеннями, швидкість навчання зменшується з 0,3 на початку до 0,005 в кінці, радіус навчання відповідно зменшується з 7,4 до 0.1. Строки перемішувалися кожні 20 епох навчання, для визначення сусідства обрано функцію Гауса. Загалом, було протестовано кілька альтернатив, моделей з різними налаштування-

ми, що включали зміну розмірності (20 x 20 і 30 x 30), прямокутні клітинки, різне співвідношення навчальної та тестової вибірки (10 % до 90 % і 20 % до 80 % відповідно), зміну кількості епох (500, 1000, 2000 епох). Найадекватніші результати розподілу кластерів показала модель, з описаними вище специфікаціями.

### **Етап 3: аналіз карт самоорганізації Кохонена та формування висновків**

У результаті проведення кластеризації нами було отримано компонентні площини по кожному коефіцієнту і карта самоорганізації, де банки розміщені по кластерам з врахуванням впливу кожного коефіцієнта.

Для проведення аналізу карти самоорганізації нами було спочатку застосовано метод синтезу, тобто дослідження її окремих компонентних площин, а саме карт, побудованих окремо по кожному коефіцієнту.

Для прикладу, розглянемо на рис. 1 компонентну площину, побудовану за коефіцієнтом системності  $K_0$ .

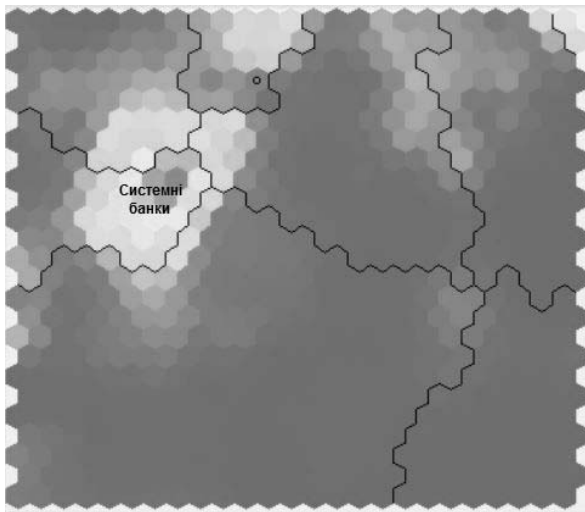


Рис. 1. Компонентна площина, побудована за коефіцієнтом системності  $K_0$

На рис. 1 видно, що банки, які мають високу частку активів у системі і які відповідно є системно важливими (і належать до групи державних банків), згруповано в кластер у північно-західній частині карти. Дану область ми виділяємо як «Системні

банки». Аналогічно проводиться дослідження усіх компонентних площин. Розглянемо ще кілька прикладів на рис. 2 і 3.

На рис. 2 зображено компонентну площину по коефіцієнту якості активів K1.3, а на рис. 3 – по коефіцієнту рентабельності активів K4.1.

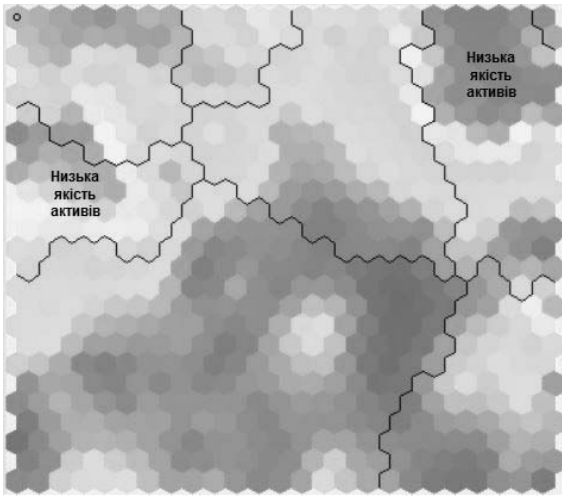


Рис. 2. Компонентна площина, побудована за коефіцієнтом якості активів K4.1

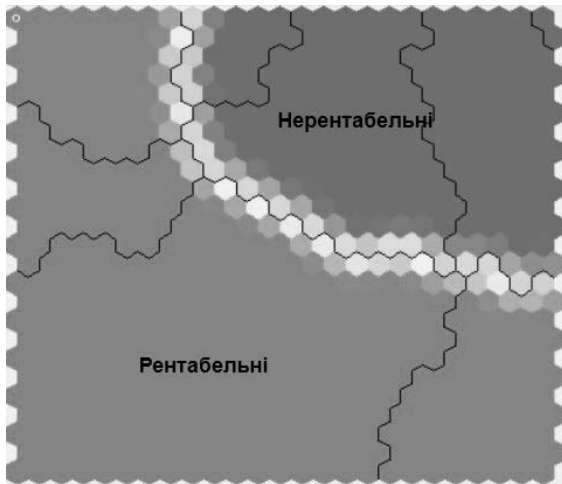


Рис. 3. Компонентна площина, побудована з а коефіцієнтом рентабельності активів K1.3

На карті на рис. 2 сформовано не одну, а дві області, що включають банки з неякісними активами, що можна пояснити звернувшись до площини на рис. 3.

Перша область включає рентабельні банки з неякісними активами, друга – нерентабельні. Таким чином, на останньому кроці дуже важливим є детальний аналіз кожного сформованого кластеру на карті самоорганізації, оскільки кожен з них характеризується певним набором властивостей, які необхідно досліджувати комплексно.

Після того, як усі компонентні площини були досліджено, було сформовано карту самоорганізації, яку зображено на рис. 4. Експертним шляхом було визначено, що з метою досягнення умов адекватності розподілу банків по кластерам і легкості візуального сприйняття, оптимальним буде виділення 7 кластерів. Останнім кроком даного етапу дослідження є аналіз отриманої карти. Для зручності кожен кластер на ній було позначено латинськими літерами від А до G.

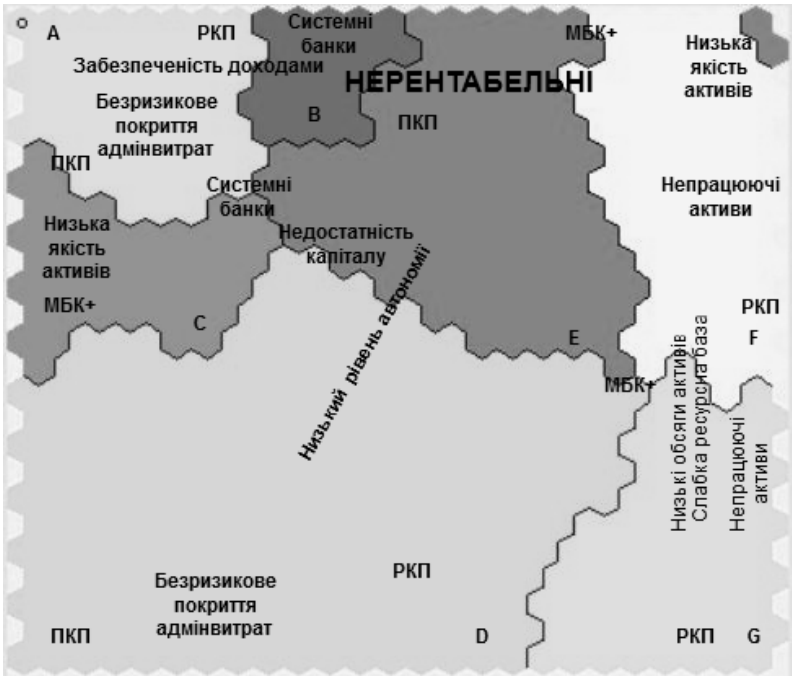


Рис. 4. Карта самоорганізації Кохонена

Як видно на рис. 4, кожному кластеру карти властиві певні характеристики, і кожен з них можна окремо аналізувати, розкладаючи на певні області.

**Кластер А.** Кластер сформовано 63 точками (кожна точка на карті є спостереженням в певний момент часу та по певному банку). Серед усіх точок, з яких було сформовано кластер А, для подальшого аналізу нами відібрані тільки ті, що містять актуальну інформацію, тобто тільки точки, що містять дані спостережень станом на II квартал 2017 року, яких виявилось 11. Тобто кластер А містить 11 спостережень, усі станом на II квартал 2017 року і по 11 різним банкам.

У першу чергу це банки, які забезпечені процентним доходом, тобто більшість їх адміністративних витрат (або всі) покриваються за рахунок безризикового чистого комісійного доходу, а основним джерелом доходу є процентний дохід, тому найбільший вплив на формування кластеру становили коефіцієнт безризикового покриття витрат К4.2 та індикатор безризикового покриття витрат К4.3. Таким чином, такі банки мають вільний прибуток для розширення бізнесу та покриття інших можливих витрат. Всі банки кластеру є рентабельними, отже коефіцієнт рентабельності активів К4.1 також вплинув на його формування.

Для кластеру відносяться банки, що характеризуються досить високою фінансовою ефективністю та надійністю. Це: АТ «УкрСиббанк», АТ «ОТП Банк», ПАТ «КредіАгріколь Банк», АТ «Райффайзен Банк Аваль», державний АТ «Укрексімбанк». Також до кластеру потрапили банки, що не можна високо оцінити з точки зору надійності, проте вони мають відносно високі процентні доходи, і тому, під впливом коефіцієнтів 4.2 та 4.3, були віднесені в кластер А. Це: ПАТ «МІБ» (що, має недостатній рівень капіталу для покриття депозитів), КБ «Центр» (слабка ресурсна база), ПАТ «Банк Фамільний» (має низьку якість активів і знаходиться на межі з кластером D, що містить подібні банки), ПАТ «А-Банк» (що при невеликих обсягах активів, проводить занадто ризиковану кредитно-інвестиційну політику). АТ «МетаБанк», ПАТ «Полтава-банк», що також були віднесені до кластеру А, можна охарактеризувати як такі, що неефективно використовують власний капітал для залучення коштів, про що свідчить високий показник покриття депозитів капіталом при низьких його обсягах.

**Кластер В.** Кластер сформовано з 17 точок, проте спостережень станом на II квартал 2017 року він не містить. Він містить інформацію по ПАТ «А-Банк», АТ «Укрексімбанк», АТ «УкрСиббанк», АТ «Райффайзен Банк Аваль», тобто по тим же бан-



кам, що і в кластері А (на його формування впливали ті ж коефіцієнти К.4.1, К.4.2, К.4.3), але усі точки, що сформували кластер В, – це спостереження по цим банкам до II кварталу 2017 року. Відмінність даного кластера в тому, що він містить банки, які є нерентабельними. Отже, за досліджуваний період з IV кварталу 2015 року по II квартал 2017 року, зазначені банки змогли досягти рівня прибутковості. Перехід вказаних банків з нерентабельного «сектору» в рентабельний можна пояснити загальним зростанням рентабельності їх активів.

**Кластер С.** Кластер сформували 33 спостереження, серед яких нас цікавлять спостереження по 5 банках за останній квартал. Банки кластеру є рентабельними але не здатні безризиково покривати свої адміністративні витрати. На його формування сильний вплив склали коефіцієнти якості активів К.1.3 і використання міжбанківських позик К.2.1, і він характеризується високою часткою проблемних кредитів, і в той же час активним залученням міжбанківських позик.

До таких банків відносяться: ПАТ «Сбербанк», ПАТ «ВіЕс Банк», АТ «Піреус Банк МКБ». Останні два є невеликими банками з малими обсягами роздрібних операцій, і які відповідно не мають змоги отримувати високі комісійні доходи, що може пояснити їх приналежність до даного кластеру через нездатність безризиково покривати адміністративні витрати. Окрім цього, дані банки відносяться до групи банків з іноземним капіталом, що може вказувати на ефективність використання коефіцієнта К2.1 для визначення іноземних банківських структур. З іншого боку, залучення МБК може здійснюватися для дорезервування, і спричинене низьким рівнем якості активів.

Проте, ПАТ «Сбербанк» усе ж має нижчі обсяги резервування, за обсягом активів більше подібний до «Ощадбанку» та знаходиться на межі з кластером D, що може бути пом'якшуючим фактором для нього.

Кластер містить також уже згаданий державний банк АТ «Ощадбанк», що не є типовим представником і потрапив до нього під впливом К.1.3, який може вказувати на високу частку простроченої заборгованості в кредитному портфелі. Проте, рівень резервування можна пояснити специфікою роботи ощадного банку, а помірний рівень кредитно-інвестиційної діяльності та розташування банку на межі з кластером А свідчить про його досить високу фінансову стійкість.

До кластеру потрапив також один з неплатоспроможних банків, ПАТ КБ «Фінансова ініціатива», що характеризується висо-

кою часткою сумнівних і безнадійних кредитів, проте все ще залишається рентабельним.

**Кластер D.** Найбільший кластер, що сформований 269 точками, містить 41 спостереження за ІV квартал 2017 року по банкам, усі з яких є рентабельними, проте досить різноплановими відповідно до інших коефіцієнтів. Більшість з них можна охарактеризувати як такі, що хоча не мають усіх ознак проблемних банків, усе ж не можуть бути однозначно класифіковані як надійні та інвестиційно привабливі, наприклад: ПАТ «Айбокс Банк», ПуАТ «Аккордбанк», Полікомбанк та ін. На формування кластеру вплинули коефіцієнти покриття адміністративних витрат К.4.2, дохідності активів К.1.2, використання міжбанківських позик К.2.1, ефективності використання залучених коштів К.2.4.

У першу чергу необхідно виділити ті банки, які є характернішими для кластеру А, і не потрапили до нього тільки через те, що не можуть покривати більше половини адміністративних витрат чистим комісійним доходом. Однак, відповідно до інших показників, дані банки все ще можна вважати надійними та ефективними. У результаті кластеризації їх було «притягнуто» ближче до кластеру А, до межі між кластером D і С, проте до кластеру С вони не потрапили, так як мають адекватний рівень резервування. Це: АТ «ОТП Банк», ПАТ «ПУМБ», ПАТ «Альфа-Банк», ПАТ «Універсал Банк», ПАТ «Кредобанк», державний АТ «Укр-газбанк». Непогані результати демонструє ПАТ «Марфін Банк», проте його кредитно-інвестиційна політика є надто пасивною.

Високим рівнем залучення МБК відзначилися ПАТ «ІНГ Банк Україна» та ПАТ «СЕБ Корпоративний Банк». При цьому вони належать до групи іноземних банків але не мають високих обсягів резервування, що може свідчити про відносну ефективність коефіцієнту 2.1 для ідентифікації подібних банківських установ. Дані установи є потужними корпоративними банками, порядок функціонування яких може бути дещо нетрадиційним у порівнянні з іншими банками, що діють в Україні. Ризикована кредитно-інвестиційна політика цих банків обґрунтована тим, що кредити надаються перевіреним, надійним корпоративним клієнтам.

Усі інші банки можна віднести до таких, що характеризуються досить низькою інвестиційною привабливістю та фінансовою стійкістю, більшість з яких ще й відрізняється достатньо ризикованою політикою у своїй кредитно-інвестиційній діяльності.

**Кластер E.** Кластер було сформовано 80 точками під впливом коефіцієнтів використання міжбанківських позик К.2.1, ефективності використання залучених коштів К.2.4, захищеності позик

капіталом К.3.2. Нас цікавлять тільки 7 спостережень станом на II квартал 2017 року. Кластер дещо подібний до попереднього, але банки, що в нього входять, є нерентабельними, а деякі мають недостатній рівень капіталу.

Досить несподіваним стало потрапляння в цей кластер ПАТ КБ «Правекс-банк», який згідно різних публічних ренкінгів вважається експертами досить фінансово стійким. При цьому, він знаходиться на межі з кластером В, де зібралися більш схожі на нього банки, з досить непоганим фінансовим станом.

До кластеру у II кварталі 2017 року потрапив державний ПАТ КБ «Приватбанк» через недостатність капіталу для покриття депозитів. Маючи при цьому дуже високий рівень сформованих резервів, він розташувався на межі «проблемного» кластеру F.

Інші банки є типовими для кластеру: «Перший інвестиційний банк», АТ «Місто Банк», ПАТ «Мотор-Банк», іноземний ПАТ «Банк Форвард» (що був успішно ідентифікований коефіцієнтом К.2.1).

У II кварталі 2017 року неплатоспроможним визнано АКБ «Новий», що також знаходиться у кластері E, так як не здатен покривати депозити капіталом.

**Кластер F.** Під впливом коефіцієнтів дохідності активів К.1.2, якості активів К.1.3, ефективності використання залучених коштів К.2.4, захищеності позик капіталом К.3.2 та коефіцієнта незалежності К.3.3 73 точки сформували кластер, у якому нами виділено 12 спостережень за II квартал 2017 року. Кластер F містить в основному банки, що є певною мірою неефективними та проблемними. Вони не генерують прибутку, що пов'язане з непродуктивним використанням власних ресурсів. Такі банки можуть бути кептивними, тобто видавати кредити переважно пов'язаним особам і мають досить високий ризик дефолту.

Для кластеру типовими є банки: АБ «Кліринговий дім», АТ «БМ Банк», ПАТ «БТА» (низька якість кредитних активів); ПАТ АКБ «Траст-капітал», ПАТ «Скай Банк», ПАТ «Альпарі Банк» (малі обсяги активів і слабка ресурсна база, при одночасній ризикованості кредитно-інвестиційної політики); ПАТ «РВС Банк» (працюючі активи складають малу частку в сукупних, при чому наявні працюючі активи не залучаються в достатній мірі для формування доходу, про що свідчить коефіцієнт ефективності використання залучених коштів, що є також низьким). До кластеру входить неплатоспроможний банк ПАТ «Банк Юнісон», обсяг активів і ресурсної бази якого є надто низькими.

Також до кластеру потрапили іноземні банки ПАТ «Промінвестбанк», ПАТ «Укрсоцбанк», ПАТ «ВТБ Банк», що характеризу-

ються низькою якістю кредитного портфелю. Останній при цьому також активно залучає міжбанківські кредити, що може свідчити про його приналежність до іноземних банківських груп. Проте, варто відзначити, що дані три установи є крупними роздібними банками, кредитний портфель яких очевидно погіршився протягом фінансової кризи, в результаті чого і були сформовані резерви, і що є важливим: сформовані вони були імовірно за рахунок підтримки батьківських структур. Таким чином, за рахунок фінансування, навіть при високій частці проблемних позик, вказані банки можуть зберігати достатню фінансову стійкість і завичай отримують високі позиції у публічних ренкінгах.

**Кластер G.** Сформований з 81 точки, під впливом коефіцієнтів якості активів К.1.3, ефективності використання залучених коштів К.2.4, захищеності позик капіталом К.3.2 та коефіцієнта незалежності К.3.3. Складається з 12 спостережень станом на II квартал 2017 року. Кластер подібний до попереднього, але банки, що входять до нього, маючи низькі обсяги активів і слабку ресурсну базу, при цьому є рентабельними, що принаймні зменшує для них імовірність дефолту.

Для кластеру характерні такі банки: ПАТ КБ «Фінансовий партнер», ПАТ «ДіВі Банк», ПАТ КБ «Земельний капітал», ПАТ «Банк  $\frac{3}{4}$ », ПАТ «Кредит Європа Банк»; вони мають слабку ресурсну базу та невеликі обсяги активів, в порівнянні з капіталом. Останній із вказаних банків виділяється високим рівнем залучення МБК, що може бути притаманне йому як банку з іноземним капіталом.

На межі з кластером F знаходиться ПАТ «Апекс-банк», що є дещо подібним до неплатоспроможного банку «Юнісон» з попереднього кластеру, має високу частку резервів, які можуть бути створені з метою покриття проблемних кредитів.

На межі з кластером D знаходяться банки ПАТ «ПФБ», ПАТ «Вернум Банк», ПАТ АКБ «Конкорд», які (в рамках даного кластеру) є дещо стабільнішими.

Розглянувши всі кластери на карті самоорганізації, зробимо висновок стосовно питань, що відповідають меті дослідження: щодо надійності банків і відповідності розподілу НБУ.

Найстабільніші та фінансово стійкі банки знаходяться в кластері А (до якого можна умовно віднести деякі банки з кластеру Ста D): АТ «УкрСиббанк», АТ «ОТП Банк», ПАТ «КредіАгріколь Банк», АТ «Райффайзен Банк Аваль», АТ «Укрексімбанк», АТ «Ощадбанк», АТ «ОТП Банк», ПАТ «ПУМБ», ПАТ «Альфа-Банк», ПАТ «Універсал Банк», ПАТ «Кредобанк», АТ «Укр-газбанк». Найгірші банки, з точки зору надійності знаходяться в

кластерах, і G, F і C; в останніх двох зустрічаються банки, що були визнані неплатоспроможними. Ще один неплатоспроможний банк потрапив у кластер E (АКБ «Новий»), але ліквідація якого розпочалася лише в II кварталі 2017, тому можливе переміщення його в один з проблемних кластерів у майбутньому. Серед працюючих, найподібнішими до неплатоспроможних виявилися банки з кластерів F і G: ПАТ АКБ «Траст-капітал», ПАТ «РВС Банк», ПАТ «Апекс-Банк».

У результаті кластеризації, у рамках дослідження, вдалося згрупувати більшість державних банків за допомогою коефіцієнту системності K.0, а також ідентифікувати половину банків іноземної групи (13 з 25, тобто 52 %), за допомогою коефіцієнту використання міжбанківських позик K.2.1. Проте державні банки, більшість з яких хоча і була зібрана в групу, не сформували окремих кластер, а іноземні банки відповідно до K.2.1 взагалі сформували три групи в різних частинах карти, що пояснюється впливом інших коефіцієнтів у процесі кластеризації. З таких результатів можна зробити висновок, що розподіл НБУ з виокремленням груп для державних банків та іноземних банків є доволі штучним, і не враховує специфічні аспекти функціонування банків, а отже не є інформативним з точки зору фінансової стійкості банків та ефективності їхньої діяльності. Причому, якщо працюючи державні банки ще більш-менш подібні між собою, то для іноземних банків можна навести як мінімум три різних типових портрети, про що свідчить і віднесення їх нейронною мережею до трьох принципово різних кластерів на карті самоорганізації Кохонена.

### **Висновки та перспективи подальших досліджень.**

Отже, в результаті проведеного дослідження було реалізовано комплексний аналіз банківської системи з точки зору надійності та ефективності діяльності вітчизняних банківських установ, для чого, на основі низки джерел, було відібрано перелік коефіцієнтів, що були використані для побудови нейронної мережі типу карти самоорганізації Кохонена. З використанням загальнонаукових методів синтезу та аналізу було досліджено отримані компонентні площини та карту самоорганізації розподілу банків, на основі чого зроблено відповідні висновки.

Розподіл банків, отриманий внаслідок проведення кластеризації, дозволяє:

- по перше, виділити групи банків, сформовані низкою коефіцієнтів, що всебічно характеризують їхній фінансовий стан, в результаті дають змогу визначити більш або менш фінансово стійкі банки;

- по-друге, точно визначити системні банки, що НБУ відносить до I групи, за допомогою коефіцієнта системності;
- по-третє, більше половини банків з іноземним капіталом, які складають II групу, вдається розпізнати за допомогою коефіцієнта використання міжбанківських позик, що вказує на відносну ефективність такого підходу. Можливо, його доповнення додатковими коефіцієнтами може підвищити точність ідентифікації;
- по-четверте, визначення ж III та IV групи банків за НБУ можливе, після вилучення з вибірки системних банків і проведення повторної кластеризації за коефіцієнтом системності K0.

При цьому отриманий розподіл банків доводить неможливість групування банків за класифікацією НБУ при аналізі надійності банківської системи, так як і серед державних, і серед іноземних банків, і серед банків III та IV групи (за величиною активів) можуть траплятися як надійні, так і ненадійні банки.

Також, при аналізі отриманих результатів кластеризації, можна помітити, що деякі банки в різні часові періоди потрапляють до різних кластерів. Наприклад, ПАТ «ІНГ Банк Україна» в I кварталі 2017 року знаходився в кластері E, але у II кварталі 2017 року перейшов до кластеру D, причиною чому може бути скорочення ресурсної бази майже на 200 млн грн при незмінному обсязі кредитно-інвестиційного портфелю, що, з одного боку, значно підвищило ризикованість його кредитно-інвестиційної діяльності, а з іншого, чистий процентний дохід банку зріс майже в 2 рази, що посприяло отриманню прибутку, і внаслідок чого банк з нерентабельного сектору потрапив у кластер рентабельних установ. Аналіз такого роду є перспективним для дослідження окремих банків на карті Кохонена, динаміки та причин зміни їх показників.

Можна стверджувати про новизну проведеного дослідження, так як було використано останні доступні дані, опубліковані НБУ, для розрахунку показників і проведення кластерного аналізу, і запропоновано авторський набір коефіцієнтів і підхід до аналізу результатів. Зважаючи на все ще нестабільну ситуацію у банківському секторі та важливість і гостроту питання щодо ідентифікації надійних і фінансово стійких банківських установ, можна стверджувати також і про актуальність даної роботи.

Варто відзначити, що отримані результати є підґрунтям для проведення подальших досліджень і розробок, перспективним з яких є розширення набору коефіцієнтів для ширшого аналізу банківської системи. Однак при використанні коефіцієнтів, що характеризують діяльність банків різнопланово, виникає проблема, що полягає у падінні ефективності та адекватності роботи

нейронної мережі, тому можливо результативнішим буде формування такого набору показників, який би характеризував певну сторону діяльності банківської установи, проте глибше.

### **Література**

1. Постанова правління Національного банку «Про затвердження Комплексної програми розвитку фінансового сектору України до 2020 року» від 18.06.2015 № 391 // Національний банк України. Офіційне інтернет-представництво [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art\\_id=32802659&cat\\_id=32893159](https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=32802659&cat_id=32893159)
2. Виведення банків з ринку [Електронний ресурс] // ФГВФО. – 01.01.17 – Режим доступу: <http://www.fg.gov.ua/not-paying>
3. Методичні рекомендації щодо організації та функціонування систем ризик-менеджменту в банках України // Постанова Правління Національного банку України від 02.08.2004 р. № 361.
4. Основні показники діяльності банків України [Електронний ресурс] // НБУ. – 01.01.17 – Режим доступу: [https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art\\_id=34661442](https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=34661442)
5. *Дзюблюк О.В., Михайлюк Р.В.* Фінансова стійкість банків як основа ефективного функціонування кредитної системи: Монографія. – Тернопіль: ТЗОВ «Терно-граф», 2009. – 316 с.
6. *Кочетков В. М.* Забезпечення фінансової стійкості сучасного комерційного банку: теоретико-методологічні аспекти: Монографія. — К.: КНЕУ, 2002.
7. *Примостка Л. О.* Регулювання діяльності банків в умовах глобальних викликів : монографія / Л. О. Примостка, М. М. Диба, О. О. Чуб, М. І. Зубок, І. В. Краснова; ред.: Л. О. Примостка; ДВНЗ «Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана». — К. : КНЕУ, 2012. — 459 с.
8. *Герасимович А.М.* Аналіз банківської діяльності: Підручник / А.М. Герасимович, М.Д. Алексеєнко, І.М. Парасій-Вергуненко та ін. – Вид. 2-ге, без змін. – К.: КНЕУ, 2006. – 600 с.
9. *Парасій-Вергуненко І. М.* Аналіз банківської діяльності: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. — К.: КНЕУ, 2003. — 347 с.
10. Рішення Комітету з питань нагляду та регулювання діяльності банків, нагляду (овернайт) платіжних систем від 31.12.2015 року № 657 (зі змінами) // Національний банк України. Офіційне інтернет-представництво [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.bank.gov.ua/doccatalog/document?id=26117625>
11. Положення про визначення банками України розміру кредитного ризику за активними банківськими операціями // Постанова Правління Національного банку України від 30.06.2016 р. № 351
12. *Гитляровская Л.* Комплексный анализ финансово-экономических результатов деятельности банка и его филиалов / Л. Гитляровская, С. Паневина. – СПб.: Питер, 2003. – 240 с.

13. Методика рейтингового оцінювання для комерційних банків [Електронний ресурс] // НРА Рюрик. – 2015. – Режим доступу: [http://www.rurik.com.ua/documents/methodology/metod\\_banks\\_Cut\\_final.pdf](http://www.rurik.com.ua/documents/methodology/metod_banks_Cut_final.pdf).
14. Методологія рейтингової оцінки комерційного банку рейтингового агентства «ІВІ – Рейтинг» // «ІВІ – Рейтинг». – 2015.
15. Корнілюк Р. Рейтинг устойчивости банков. Методика [Електронний ресурс] / Роман Корнілюк // Фінансовий портал «Мінфін» – Режим доступу: <http://minfin.com.ua/banks/rating/method/>.
16. Корнілюк Р. Рейтинг жизнеспособности украинских банков — 2016 [Електронний ресурс] / Роман Корнілюк // Форбс. – 2016. – Режим доступу: <http://forbes.net.ua/business/1421401-rejting-zhiznesposobnosti-ukrainskih-bankov-2016>.
17. Долінський Л. Б. Оцінювання фінансової стійкості банківських установ в аспекті надійності депозитних вкладів / Л. Б. Долінський, Д. О. Першин // БізнесІнформ. – 2015. – С. 233–239.
18. Заруцька О. Обґрунтування підходу до масштабного розподілу банків України на основі структурно-функціональних груп / О. Заруцька. // Вісник НБУ. – 2012. – С. 20–24.
19. Kohonen T. Self-organizing maps [Text] / T. Kohonen – New-York: Springer, 2001. – 501 p.
20. Haykin, S. Neural Networks: A Comprehensive Foundation [Text] / S. Haykin. – Prentice-Hall, 1999. – 823 p.

## **References**

1. Postanova pravlinnia Natsional'noho banku "Pro zatverdzhennia Kompleksnoi prohramy rozvytku finansovoho sektoru Ukrainy do 2020 roku" vid 18.06.2015 №391 // Natsional'nyj bank Ukrainy. Ofitsijne internet-predstavnytstvo [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupu: [https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art\\_id=32802659&cat\\_id=32893159](https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=32802659&cat_id=32893159)
2. Vyvedennia bankiv z rynku [Elektronnyj resurs] // FHVFO. – 01.01.17 – Rezhym dostupu do resursu: <http://www.fg.gov.ua/not-paying>
3. Metodichni rekomendatsii schodo orhanizatsii ta funktsionuvannia system ryzyk-menedzhmentu v bankakh Ukrainy // Postanova Pravlinnia Natsional'noho banku Ukrainy vid 02.08.2004r. № 361.
4. Osnovni pokaznyky diial'nosti bankiv Ukrainy [Elektronnyj resurs] // NBU. – 01.01.17 – Rezhym dostupu do resursu: [https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art\\_id=34661442](https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=34661442)
5. Dziubliuk O.V., Mykhajliuk R.V. Finansova stijkist'bankiv iak osnova efektyvnoho funktsionuvannia kredytnoi systemy. Monohrafiia. – Ternopil': TZOZ «Terno-hraf», 2009. – 316 s.
6. Kochetkov V. M. Zabezpechennia finansovoi stijkosti suchasnoho komertsijnogo banku: teoretyko-metodolohichni aspekty. Monohrafiia. — K.: KNEU, 2002.



7. Prymostka L. O. Rehuliuвання diial'nosti bankiv v umovakh hlobal'nykh vyklykiv : monohrafiia / L. O. Prymostka, M. M. Dyba, O. O. Chub, M. I. Zubok, I. V. Krasnova; red.: L. O. Prymostka; DVNZ "Kyiv. nats. ekon. un-t im. V. Het'mana". – K. : KNEU, 2012. — 459 p.
8. Herasymovych A.M. Analiz bankivs'kokhi diial'nosti: Pidruchnyk / A.M. Herasymovych, M.D. Alekseienco, I.M. Parasij-Verhunenکو ta in. – Vyd. 2-he, bez zmin. – K.: KNEU, 2006. – 600 s.
9. Parasij-Verhunenکو I. M. Analiz bankivs'koi diial'nosti: Navch.-metod. posibnyk dlia samost. vyvch. dysts. — K.: KNEU, 2003. — 347 s.
10. Rishennia Komitetu z pytan'nahliadu ta rehuliuвання diial'nosti bankiv, nahliadu (overnajtu) platizhnykh system vid 31.12.2015 roku № 657(zi zminamy) // Natsional'nyj bank Ukrainy. Ofitsijne internet-predstavnytstvo [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.bank.gov.ua/doccatalog/document?id=26117625>
11. Polozhennia pro vyznachennia bankamy Ukrainy rozmiru kredytnoho ryzyku za aktyvnymy bankivs'kymy operatsiiamy // Postanova Pravlinnia Natsional'noho banku Ukrainy vid 30.06.2016 r. № 351.
12. Hytliarovskaia L. Kompleksnyj analiz fynansovo-ekonomycheskykh rezul'tatov deiatel'nosty banka y eho fylyalov / L. Hytliarovskaia, S. Panevyna. – SPb.: Pyter, 2003. – 240 s.
13. Metodyka rejtynhovoho otsiniuvannia dlia komertsijnykh bankiv [Elektronnyj resurs] // NRA Riuryk. – 2015. – Rezhym dostupu do resursu: [http://www.rurik.com.ua/documents/methodology/metod\\_banks\\_Cut\\_final.pdf](http://www.rurik.com.ua/documents/methodology/metod_banks_Cut_final.pdf)
14. Metodolohiia rejtynhovoi otsinky komertsijnoho banka rejtynhovoho ahentstva "IBI – Rejtynh" // "IBI – Rejtynh". – 2015.
15. Korniliuk R. Rejtynh ustojchyvostybankov. Metodyka [Elektronnyj resurs] / Roman Korniliuk // Finansovyj portal "Minfin" – Rezhym dostupu do resursu: <http://minfin.com.ua/banks/rating/method/>.
16. Korniliuk R. Rejtynh zhyznesposobnostyukraynskykhbankov – 2016 [Elektronnyj resurs] / Roman Korniliuk // Forbs. – 2016. – Rezhym dostupu do resursu: <http://forbes.net.ua/business/1421401-rejting-zhiznesposobnosti-ukrainskih-bankov-2016>.
17. Dolins'kyj L. B. Otsiniuvannia finansovoi stijkosti bankivs'kykh ustanov v aspekti nadijnosti depozytnykh vkladiv / L. B. Dolins'kyj, D. O. Pershyn. // BiznesInform. – 2015. – S. 233–239.
18. Zaruts'ka O. Obhruntuvannia pidkhopu do masshtabnoho rozpodilu bankiv Ukrainy na osnovi strukturno-funktsional'nykh hrup / O. Zaruts'ka. // Visnyk NBU. – 2012. – S. 20–24.
19. Kohonen T. Self-organizingmaps [Text] / T. Kohonen – New-York: Springer, 2001. – 501 p.
20. Haykin, S. NeuralNetworks: A ComprehensiveFoundation [Text] / S. Haykin – Prentice-Hall, 1999. – 823 p.