

Леся В. Сорокіна

УПРАВЛІННЯ ВАРТІСТЮ КАПІТАЛУ БАНКІВСЬКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ НЕЙРО-НЕЧІТКОГО МОДЕЛЮВАННЯ

У статті запропоновано методологічний підхід до оцінювання ефективності управління банківським капіталом, спрямованим на максимізацію його вартості. В основу підходу покладено фаззі-алгоритм типу Сугено, розроблений шляхом створення та навчання гібридної нейро-нечіткої мережі. На основі запропонованого підходу визначено рівень ефективності банківської системи та обґрунтовано рекомендації з удосконалення структури банківських активів та капіталу.

Ключові слова: вартісноорієнтоване управління; прибутковість активів; достатність капіталу; фінансова стратегія; нейро-нечітка мережа; фаззі-алгоритм Сугено; функція належності.

Форм. 2. Табл. 2. Рис. 2. Літ. 15.

Леся В. Сорокина

УПРАВЛЕНИЕ СТОИМОСТЬЮ КАПИТАЛА БАНКОВСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ НЕЙРО-НЕЧЁТКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В статье предложен методологический подход к оцениванию эффективности управления банковским капиталом, направленный на максимизацию его стоимости. В основу подхода положен фаззи-алгоритм типа Сугено, разработанный путём создания и обучения гибридной нейро-нечёткой сети. На основе предложенного подхода определен уровень эффективности банковской системы и обоснованы рекомендации по усовершенствованию структуры банковских активов и капитала.

Ключевые слова: стоимостноориентированное управление; прибыльность активов; достаточность капитала; финансовая стратегия; нейро-нечёткая сеть; фаззи-алгоритм Сугено; функция принадлежности.

Lesya V. Sorokina¹

CAPITAL COST MANAGEMENT AT BANKING INSTITUTIONS BASED ON NEURO-FUZZY MODELLING

The article offers a new methodological approach to estimation of bank capital management efficiency, aimed at cost maximization. This new approach is based on a fuzzy algorithm of Sugeno type, developed by means of creating a hybrid neuro-fuzzy network. Applying the suggested approach the level of efficiency is determined for the banking system and the recommendations are grounded on the improvement of bank assets and capital structure.

Keywords: cost-oriented management; assets profitability; capital sufficiency; financial strategy; neuro-fuzzy network; fuzzy algorithm of Sugeno; membership function.

Постановка проблеми. Банківська система виконує капіталоутворюючу роль в економіці будь-якої держави. Водночас кожна банківська організація являє собою ділове підприємство – специфічний інвестиційний товар, що може стати об'єктом купівлі-продажу. На сучасному етапі розвитку вітчизняного фінансового ринку, що супроводжується переділом власності на банківські активи, проблема адекватного оцінювання банківського капіталу набуває особливої актуальності. Досвід останніх років виявив, що неадекватна оцінка вартості фінансових активів, які головним чином формують капітал банку, має

¹ Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine.

пагубні наслідки для світової економіки. У зв'язку з цим збільшується потреба у виробленні підходів і методик оцінки банків як об'єктів купівлі-продажу, а також для прийняття найбільш ефективних управлінських рішень.

Аналіз досліджень і публікацій. Важливі аспекти формування та оцінювання вартості банківського капіталу в сучасних умовах висвітлено в працях зарубіжних та вітчизняних вчених. Серед них варто відзначити Д.В. Базарного [2], Б.Л. Івасіва [5], Т. Коупленда [6], В.М. Кочеткова [7], Б.Л. Луціва [8], О.М. Притоманову [9], Дж. Сінкі [11], Р.А. Слав'юка [12] та інших. Особливий інтерес викликає остання в переліку авторка [9], що активно пропонує інноваційні наукові підходи до оцінювання кредитного ризику банку щодо позичальника, засновані на використанні теорії нечітких множин та нейро-мережевому моделюванні. Хоча технології штучного інтелекту все активніше застосовуються у дослідженні економічних явищ та процесів, резерви удосконалення управління банківським капіталом засобами теорії нечітких множин вивчено недостатньо глибоко, а отже проблема поліпшення адаптивного управління фінансовими активами банків і досі лишається невирішеною.

Тому **мета дослідження** полягає в обґрунтуванні інноваційного підходу до оцінювання ефективності управління банківським капіталом, спрямованим на максимізацію його вартості, на підставі дослідження потенціалоутворюючих чинників рентабельності банківської системи в цілому такими засобами інтелектуального аналізу даних, як нейронні мережі та системи нечіткого висновку.

Основні результати дослідження. Підвищення вартості банку як ділового підприємства являє собою процес усталеного збільшення власного капіталу насамперед за рахунок нагромадження нерозподіленого прибутку, а також інших складових руху грошових коштів. Тому рівень рентабельності сумарних активів банку (ROA) та її динаміка може розглядатися як індикатор ефективності вартісноорієнтованого менеджменту. Без адекватних доходів неможливо підтримувати стабільними обсяг і структуру капіталу протягом тривалого часу. У свою чергу, добре капіталізовані банки можуть працювати із менш ліквідними активами, оскільки мають змогу отримувати необхідні кредитні ресурси із меншим ризиком втрати фінансової стійкості.

Із зазначеного випливає, що рентабельність банківського активу детермінується рівнем достатності сформованого власного капіталу в активізації та покритті різних ризиків. Як відомо [1, 558], показник достатності власного капіталу, або коефіцієнт участі власного капіталу у формуванні активів, розраховується як співвідношення власного капіталу до загальних активів.

Крім того, резерви зростання прибутковості банківського капіталу криються у структурі активів і пасивів: зростанню рентабельності сприяє підвищення питомої ваги дохідних активів та мінімізація витрат на залучення ресурсів у вигляді строкових депозитів.

Щодо співвідношення кредитного портфеля та строкових депозитів як чинника ризиковості банківських доцільно враховувати як вітчизняний, так і зарубіжний досвід аналізу банківської діяльності та оцінювання капіталу. Так, Т. Коупленд та інші [6, 477] для цілей оцінювання капіталу класифікують комерційні банки на банки з обслуговування населення, які мають 20 центів

позик на кожен долар депозитів; банки з обслуговування корпоративних клієнтів, у яких на кожен долар виданих позик припадає лише 20 центів депозитів; та «казначейства», що займають проміжне положення та переважно займаються операціями з цінними паперами. Оскільки вітчизняні банки працюють як з населенням, так і з корпоративним сектором, теоретично співвідношення кредитного портфеля та строкових депозитів у них, враховуючи вищезазначене, не повинно перевищувати 5: тобто на кожен гривню строкових депозитів має припадати по 5 грн кредитів, вкладень в цінні папери та інші активні операції.

Оскільки ефективність управління вартістю банківського капіталу визначається рівнем збалансованості змін у структурі активів та пасивів, вважаємо за доцільне виокремити 2 потенціалоутворюючі індикатори зростання прибутку фінансової організації:

- достатність власного капіталу (K_A), про яку йшлося вище;
- коефіцієнт ліквідного співвідношення виданих кредитів і залучених депозитів (C_D), який для цілей вартісноорієнтованого менеджменту пропонуємо обчислювати діленням суми кредитно-інвестиційного портфеля (КІП) на суму строкових депозитів.

Для 175 банків – структурних одиниць вітчизняної банківської системи, звичайно, не може існувати спільної уніфікованої залежності між рентабельністю активів та достатністю власного капіталу та покриття КІП депозитам. Навіть для однієї банківської організації економетрична модель залежності ROA від чинників K_A та C_D є нестійкою, адже з часом коефіцієнти при факторних змінних, як і вільна константа, зазнають помітних змін.

Звичайно, на змінах рентабельності банківських активів позначаються розбіжності у масштабах діяльності, специфіці стратегічного управління, ринкової ніші, територіального розташування. Проте для контролю ефективності використання ресурсної бази й розробки дієвих пропозицій з удосконалення системи фінансового менеджменту банків потрібно «типизувати» форми впливу потенціалоутворюючих чинників на рівень рентабельності активів. З цією метою вважаємо за доцільне скористатись таким засобом інтелектуального аналізу даних, як нейро-нечітке моделювання, в результаті якого розробляється адаптивна система нечіткого висновку. Така система являє собою фаззі-алгоритм типу Сугено, в якому кожне правило нечітких продукцій має постійну вагу, рівну одиниці.

Архітектура адаптивної системи нечіткого висновку представлена на рис. 1, являє собою п'ятишарову нейронну мережу прямого розповсюдження сигналу. При цьому першому шару (із подвійним точковим контуром та символічним зображенням гаусової кривої) відповідають терми вхідних змінних, які найчастіше задаються гаусовими, чи трикутними. У нашому дослідженні всі функції належності входів – дзвоноподібні (табл. 1). Кількість нейронів першого шару визначається сумарною кількістю термів вхідних змінних у системі нечіткого висновку, причому самі вхідні змінні, присутні у структурі у вигляді нейронів, розташованих у крайньому лівому «стовпчику», в окремий шар не виділяються – це входи системи. Кожен вхід з'єднаний із такою кількістю нейронів першого шару, скільки терм-множин визначено для відпо-

відної вхідної мережі. З виходів першого шару інформаційні сигнали відповідно із лініями-зв'язками надходять до другого, який містить передумови нечітких правил. Виходом кожного нейронного вузла є міра виконання правила, що обчислюється як добуток міри істинності всіх наявних у правилі передумов. Нейрони третього шару акумулюють інформацію про міру істинності висновків кожного з правил. Кількість нейронів другого та третього шарів збігається і дорівнює кількості правил у базі знань. Єдиний нейрон четвертого шару – це суматор, який виконує агрегацію виходів всіх правил, наявних у базі знань, п'ятий шар, що також містить лише один нейрон, відповідає виходу фаззи-системи, тобто чіткому, дефазифікованому, значенню вихідної змінної. Налаштування такої системи передбачає уточнення кількісних значень параметрів функцій належності термів вхідних змінних та коефіцієнтів лінійної залежності вихідної змінної від чітких значень входів. Цей процес відбувається шляхом навчання нейронної мережі.

Критерієм якості побудови системи штучного інтелекту зазвичай виступає значення середньої помилки по вибірці, що визначається за формулою:

$$e = \frac{1}{2} (\bar{y} - d)^2, \quad (1)$$

де \bar{y} – вихідний сигнал модуля нечіткого керування; d – еталонний сигнал (тобто значення показника спостереження вихідної змінної тренувальної вибірки).

Нейромережа вважається навченою, якщо середня помилка тестової вибірки виявляється менша за середню помилку тренувальної вибірки. Під час розробки гібридних нейронечітких моделей тренувальну вибірку було сформовано за даними 2008–2012 рр., а тестова – показники банківської системи з січня по квітень 2013 р. Проектуючи та здійснюючи навчання нейромереж, ми віддавали перевагу менш складним моделям, маючи на меті якнайлегшу практичну реалізацію отриманих систем штучного інтелекту в банківському менеджменті. У зв'язку з цим, виконавши численні експерименти з навчання гібридних моделей, для практичної реалізації було відібрано моделі, вхідні змінні яких містять по 2 терм-множини. Нечіткі бази знань гібридних нейро-нечітких моделей, побудованих за допомогою ANFIS-редактору наведено у табл. 1–2.

Аналізуючи значення коефіцієнтів при вхідних змінних у лінійних рівняннях, отриманих для термів вихідної змінної (табл. 2), можна зробити висновки про результативність стратегій управління банківським капіталом, в реаліях українського фінансового ринку.

Найвищий рівень прибутковості активів можуть досягти ті банки, які, маючи порівняно незначну частку зобов'язань у капіталі, активно нарощують кредитно-інвестиційний портфель. Таку стратегію можна за аналогією з тваринним світом назвати «стратегією тигра», їй відповідає додатна висока залежність ROA. Високий рівень достатності власного капіталу дає змогу банкам уникнути збитків і у разі дотримання помірної кредитної активності, коли співвідношення кредитно-інвестиційного портфелю та строкових депозитів може із значною мірою впевненості визнаватись низьким. Таку стратегію

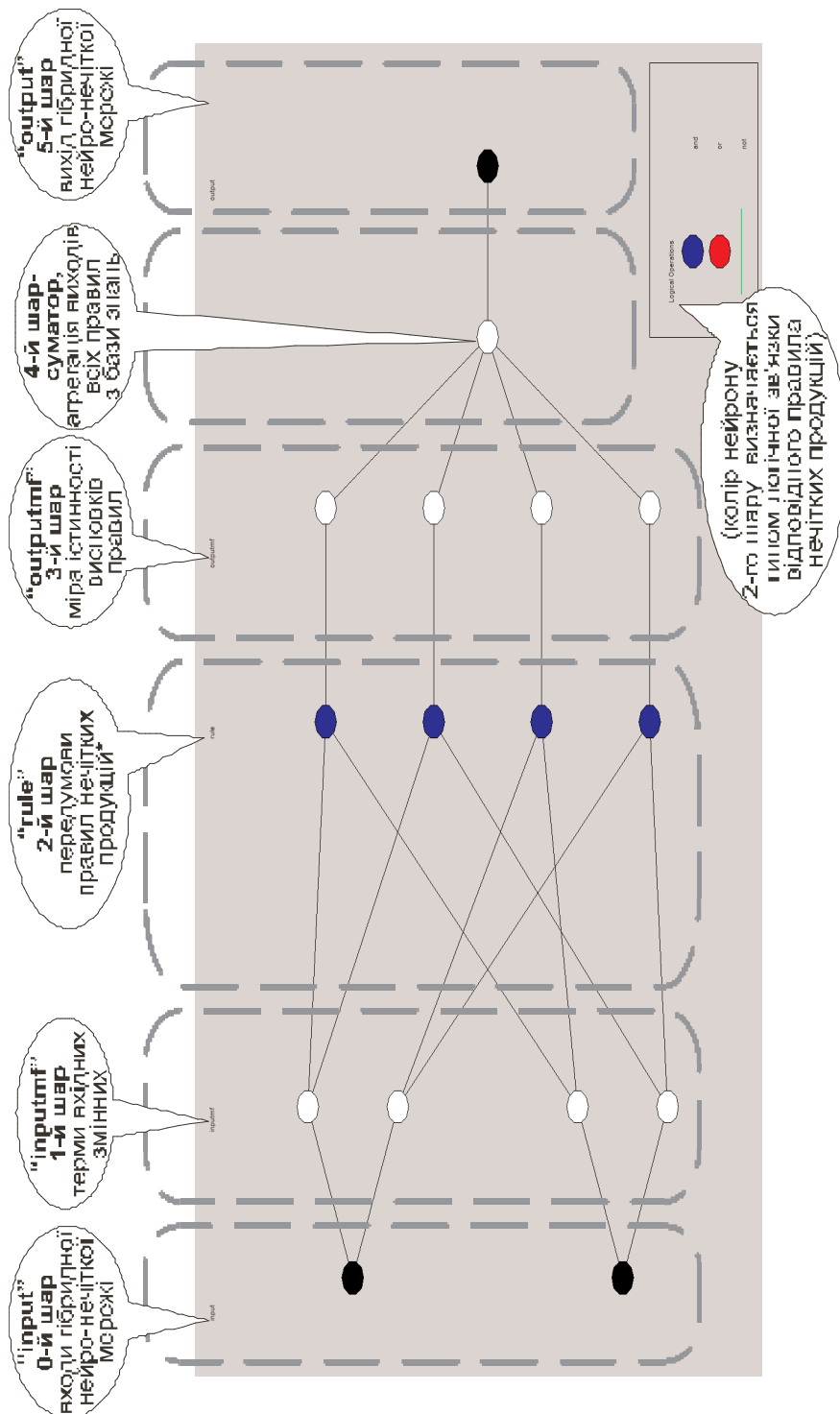


Рис. 1. Структура нейро-нечіткої мережі, згенерованої ANFIS-editor (Це – найпростіша конструкція з 2-х входніх змінних, у кожній з яких 2 терми, та однієї вихідної змінної, в якій 4 терми), опрацьована за даними [13, 88]

характеризує залежність для додатної помірної прибутковості активів, а про-водячи аналогію із світом природи, її можна назвати «стратегією панди».

Таблиця 1. Функції належності, використані при побудові гібридної нейро-нечіткої моделі для удосконалення вартісноорієнтованого фінансового менеджменту банків на підставі потенціалоутворюючих чинників, авторська розробка

Назва терму	Тип функції належності	Аналітичний вираз функції належності
ВХІДНІ ЗМІННІ		
Змінна «достатність власного капіталу» ($K_A - input1$)*		
Висока, <i>in1mf2</i>	Нелінійна, дзвоноподібна	$\mu_{висока}^{K_A} = \frac{1}{1 + \left(\frac{K_A - 1}{0,53}\right)^4}$
Низька, <i>in1mf1</i>	Нелінійна, дзвоноподібна	$\mu_{низька}^{K_A} = \frac{1}{1 + \left(\frac{K_A - 0}{0,49}\right)^4}$
Змінна «Коефіцієнт ліквідного співвідношення виданих КІП і строкових депозитів» ($C_D - input2$)		
Високий, <i>in2mf2</i>	Нелінійна, дзвоноподібна	$\mu_{високий}^{C_D} = \frac{1}{1 + \left(\frac{C_D - 34,5}{19,3}\right)^4}$
Низький, <i>in2mf1</i>	Нелінійна, дзвоноподібна	$\mu_{низький}^{C_D} = \frac{1}{1 + \left(\frac{C_D - 0}{19,3}\right)^4}$
ВИХІДНА ЗМІННА		
Змінна «Прибутковість активів» ($ROA - output1$)		
Додатна висока, <i>out1mf4</i>	Лінійна	$-0,020 \times C_D - 14,8 \times K_A + 14,9$
Додатна помірна, <i>out1mf1</i>	Лінійна	$-0,002 \times C_D + 10,4 \times K_A - 0,6$
Від'ємна помірна, <i>out1mf3</i>	Лінійна	$0,080 \times C_D - 19,7 \times K_A + 0,5$
Від'ємна низька, <i>out1mf2</i>	Лінійна	$0,121 \times C_D + 9,8 \times K_A - 8,5$

* курсивом наведені позначення термів змінних, автоматично присвоєні редактором ANFIS.

Консервативна, вкрай обережна, проте не завжди вдала стратегія управління банківським капіталом, за якої і частка власного капіталу в активах, і рівень кредитно-інвестиційної активності лишаються низькими, призводить до порівняно незначної збитковості і може бути охарактеризована як «стратегія черепахи». Нарешті надмірно ризикова, агресивна стратегія, коли при малій частці власного капіталу банки настільки активно нарощують свій кредитно-інвестиційний портфель, що його розміри перевищують суму строкових депозитів більше, ніж у 19 разів, неминуче призводить до чималої збитковості

активів. Втім, в умовах нестачі ресурсної бази, зниження дохідної бази в умовах зростання вартості та обсягу залучених ресурсів, значних витрат на формування резервів за активними операціями (у т.ч. у результаті ревізії якості активів і погіршення платоспроможності позичальників) [10, 7] уникнути ризику «стратегії ящериці» фінансовим менеджерам сучасних банків не вдається.

Таблиця 2. Нечітка база правил для визначення «нижньої межі» прибутковості активів банків, авторська розробка

№	Якщо			то	тип стратегії
	D	Θ	КП	ROA	
	«достатність власного капіталу»	логічна зв'язка	«співвідношення кредитно-інвестиційного портфелю та строкових депозитів»	«прибутковість активів»	
1	висока	ТА	високе	додатна висока	тигр
2	висока	ТА	низьке	додатна помірна	панда
3	низька	ТА	низьке	від'ємна помірна	черепаха
4	низька	ТА	високе	від'ємна низька	ящериця

Відзначимо, що класифікація стратегій управління банківським капіталом, запропонована в табл. 2, носить дещо умовний характер. Однак за допомогою фаззі-алгоритму стає можливим визначити міру впевненості щодо подібності моделі управління активами банку до тієї чи іншої стратегії. Ця міра впевненості являє собою ваговий коефіцієнт (μ_{ROA_j}), який характеризує, наскільки кожна з 4-х лінійних залежностей для ROA (табл. 2) придатна для оцінки потенційної прибутковості активів. Остаточну оцінку нижньої межі прибутковості активів, у відповідності до розробленого алгоритму типу Сугено, розраховують як середньозважену величину лінійних залежностей та міру впевненості щодо їх відповідності існуючій моделі фінансового менеджменту певного банку. Це передбачає застосування формули:

$$ROA = \frac{\sum_{j=1}^4 \mu_{ROA_j} \times X_{ROA_j}}{\sum_{j=1}^4 \mu_{ROA_j}} \quad (2)$$

Звичайно, модель не може забезпечити повного збігу розрахункових значень із фактичними показниками прибутковості активів кожного із 175 банків. У зв'язку з цим *важасмо за доцільне використовувати розроблений у дослідженні фаззі-алгоритм для визначення нижньої межі рентабельності банківських активів, обчисленої за показником чистого прибутку. Якість фінансового управління банків, у яких фактична прибутковість активів виявиться меншою за розрахункове значення, слід визнати низькою.* Запропонований підхід було застосовано для оцінювання ефективності вартісноорієнтованого управління банків за результатами їх діяльності за період з січня по квітень 2013 року. Це дало змогу виявити, що лише 65% фінансових організацій можуть характеризуватися якісним фінансовим менеджментом, у той час як решта 35% потребують покращення структури активів та капіталу. Отримані результати варто враховувати як під час стратегічного управління діючим банком, так і на етапі передпродажного оцінювання банківських активів, зокре-

ма: вносячи корегуючі поправки при визначенні вартості в рамках порівняльного підходу, або ж обґрунтовуючи надбавку за ризики до дисконтної ставки, при оцінці банківського капіталу за дохідним підходом.

Стосовно удосконалення вартісноорієнтованого управління прикладний інтерес являють величини оптимальних пропорцій банківського капіталу, що дозволяють максимізувати чистий прибуток фінансових організацій. Корисну інформацію з цього питання надає аналіз поверхонь нечіткого висновку (рис. 2).

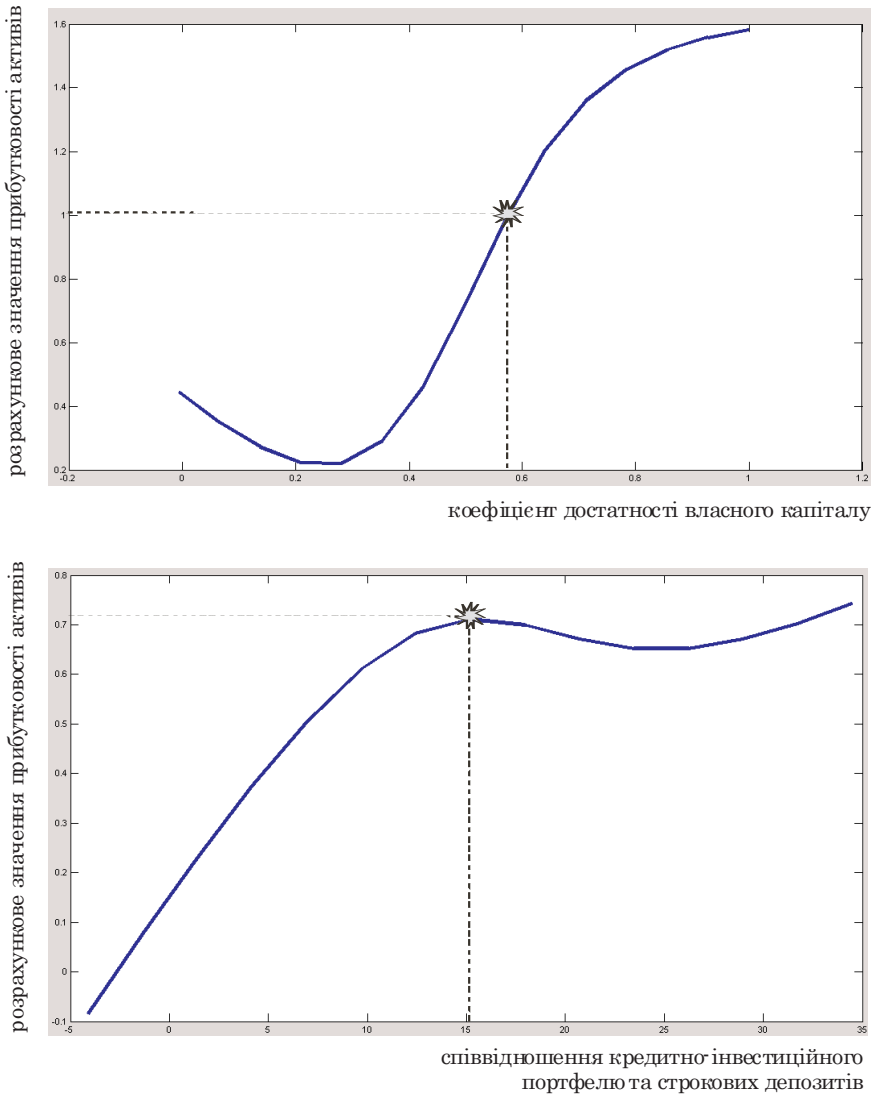


Рис. 2. Поверхні нечіткого висновку для визначення нижньої межі рентабельності банківських активів, одержані за допомогою системи штучного інтелекту, авторська розробка

Аналіз поверхонь нечіткого висновку (в 2-мірному представленні) на рис. 2 свідчить, що оптимальне управління структурою активів та капіталу сучасних банків може забезпечити максимальну рентабельність активів на рівні 1,8%. Цього достатньо для забезпечення ефективності використання банківських ресурсів, адже у праці [1, 407] визначено порогове значення співвідношення прибутковості сумарних активів банку на рівні 1%. Механізм досягнення цілей вартісноорієнтованого управління банківським капіталом, у відповідності з побудованою моделлю, полягає у наступному: по-перше, слід підтримувати коефіцієнт достатності власного капіталу на рівні, не нижчому 50–60%, по-друге, на кожну гривню строкових депозитів повинно припадати не більше 15 грн кредитно-інвестиційного портфелю. Усталене зниження зазначених показників, порівняно із зазначеними оптимальними значеннями, буде призводити до зниження рентабельності банківських активів.

Висновки. Використання сукупності із 7145 спостережень про результати роботи банківської системи за 2008–2012 рр. у ролі навчальної вибірки дало змогу побудувати систему нечіткого висновку на основі гібридної нейро-нечіткої моделі. Отримана система якнайповніше враховує взаємозв'язок між змінами в структурі банківського капіталу й прибутковістю активів банків, оскільки забезпечує значно меншу середню помилку по тестовій вибірці, аніж по навчальній. Для тестової вибірки, утвореної за результатами функціонування банківської системи з січня по квітень 2013 р., встановлено, що близько 35% банків характеризуються низькою ефективністю фінансового менеджменту, оскільки фактична рентабельність їх активів виявилась меншою за нижнє порогове значення прибутковості, встановлене за допомогою фаззі-алгоритму. За рівнем результативності можна виділити 4 типи стратегій фінансового управління, зіставивши їх специфіку із представниками тваринного світу (тигри, панди, черепахи, ящериці), проте в чистому виді жодна із стратегій не зустрічається. Визначити тип домінуючої фінансової стратегії можна за допомогою фаззифікації та імплікації чітких значень вхідних змінних. Також за результатами нейронечіткого моделювання стає можливим визначити оптимальні значення потенціалоутворюючих чинників управління банківським капіталом: на кожну гривню строкових депозитів повинно припадати не більше 15 грн кредитно-інвестиційного портфелю, а частка власного капіталу в активах має усталено зростати до 60%. Перспективами подальших досліджень в обраному напрямку є вивчення стійкості отриманих фаззі-алгоритмів до різноманітних збурень вітчизняного й світового фінансового ринків, а також подальше уточнення кількісних співвідношень між потенціалоутворюючими чинниками та прибутковістю активів для підвищення точності прогнозування фінансових результатів банків у середньо- і довгостроковій перспективах.

1. Аналіз банківської діяльності : Підручник: / А.М. Герасимович, М.Д. Алексеєнко, І.М. Парасій-Вергуненко та ін.; За ред. А.М. Герасимовича. – Вид. 2-ге, без змін. – К.: КНЕУ, 2006. – 600 с.

2. Базарний Д.В. Управління вартістю як необхідна передумова стратегічної стабільності банківської установи // Вісник Академії праці і соціальних відносин Федерації професійних спілок України. – 2011. – №2 // archive.nbuv.gov.ua.

3. Дані фінансової звітності банків України // Національний банк України // www.bank.gov.ua.

4. Дідовець І.В. Система збалансованих показників як основний інструмент розробки та реалізації стратегії банку // www.nbuv.gov.ua.
5. Івасів Б.В. Специфічні аспекти оцінки вартості банку за доходним підходом // Фінанси, облік і аудит: Збірник наук. праць.– 2008.– №12. – С. 34–51.
6. Коупленд Т., Коллер Т., Мурун Д. Стоимость компаний: Оценка и управление / Пер. с англ. Н.Н. Барышникова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Олимп-Бизнес, 2008. – 576 с.
7. Кочетков В.М., Камарицький Ю.С. Міжнародні банки: аналіз діяльності та оцінка ринкової вартості: Монографія. – К.: Європ. ун-т, 2011. – 248 с.
8. Луців Б.Л., Заславська О. Особливості ресурсного забезпечення комерційних банків України // Вісник ТНЕУ.– 2012.– №2. – С. 89–102.
9. Притоманова О.М. Моделювання економічних і фінансових процесів на основі нейронечітких технологій // Вісник Дніпропетровського університету.– Серія: Економіка.– 2008.– С. 105–115.
10. Ризики посткризового розвитку фінансового сектору України: джерела, оцінки, інструменти стабілізації. – К.: НІСД, 2013. – 43 с.
11. Синки Дж. мл. Управление финансами в коммерческих банках. – М.: Catallaxy, 1994. – 820 с.
12. Слав'юк Р.А., Гнатишак О.В. Дослідження теоретичних основ і структури банківського капіталу // Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики: Збірник наук. праць.– 2009.– №1 // archive.nbuv.gov.ua.
13. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
14. Bellman, R.E., Zadeh, I.F. (1970). Decision-Making in Fuzzy Environment. *Management Science*, 17(4): 141–160.
15. Nauck, D., Klawonn, F., Kruse, R. (1997). *Foundations of NeuroFuzzy Systems*. John Wiley & Sons. 305 p.

Стаття надійшла до редакції 9.07.2013.