

Віталія В. Койбічук
**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ
БАНКІВ НА ОСНОВІ ЧІТКИХ ТА НЕЧІТКИХ ЛІНІЙНИХ
РЕГРЕСІЙНИХ БАГАТОФАКТОРНИХ МОДЕЛЕЙ**

У статті розглянуто особливості побудови чітких та нечітких лінійних регресійних багатофакторних моделей конкурентоспроможності банків. Обґрунтовано доцільність використання при побудові таких моделей підходу, заснованого на критерії мінімізації нечіткості. Побудовані рівняння нечіткої регресії дозволяють обчислювати достовірні інтервали змін значень результативних ознак конкурентоспроможності банків у різних умовах їх визначеності.

Ключові слова: конкурентоспроможність банку; чітка лінійна регресійна модель; нечітка лінійна регресійна модель; управлінське рішення.

Форм. 6. Рис. 2. Літ. 14.

Виталия В. Койбичук
**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ
БАНКОВ НА ОСНОВЕ ЧЕТКИХ И НЕЧЕТКИХ ЛИНЕЙНЫХ
РЕГРЕССИОННЫХ МНОГОФАКТОРНЫХ МОДЕЛЕЙ**

В статье рассмотрены особенности построения четких и нечетких линейных регрессионных многофакторных моделей конкурентоспособности банков. Обоснована целесообразность использования при построении таких моделей подхода, основанного на критерии минимизации нечеткости. Построенные уравнения нечеткой регрессии позволяют вычислять достоверные интервалы изменений значений результативных признаков конкурентоспособности банков в различных условиях их определения.

Ключевые слова: конкурентоспособность банка; четкая линейная регрессионная модель; нечеткая линейная регрессионная модель; управленческое решение.

Vitalia V. Koybichuk¹
**COMPARATIVE ANALYSIS OF BANKS' COMPETITIVENESS
USING CRISP AND FUZZY LINEAR REGRESSION
MULTIVARIATE MODELS**

The article describes the key features of crisp and fuzzy linear regression multivariate models of banks competitiveness. Expediency of using the approach, which is based on fuzziness minimization criteria, is proved. Fuzzy regression equations presented in this paper allow calculating the significant intervals of efficient features of banks competitiveness values under various conditions of their determination.

Keywords: bank's competitiveness; crisp linear regression model; fuzzy linear regression model; management decision.

Постановка проблеми. При визначенні рівня ефективності діяльності банку ключовим показником є його конкурентоспроможність. Проблема обчислення та підвищення рівня конкурентоспроможності банків є надзвичайно важливою, однією з головних пріоритетів держави. Однак дотепер не існує єдиного метода визначення конкурентоспроможності банків. Конкурентне середовище, в якому функціонують банки, ставить до них вимоги постійно та швидко реагувати на зміни стану фінансового ринку, відшукувати

¹ Ukrainian Academy of Banking, Sumy, Ukraine.

ефективні рішення і таким чином здобувати переваги над конкурентами. Крім того, потреба в аналізі конкурентоспроможності банку виникає у всіх суб'єктів господарювання, діяльність яких пов'язана з банками: підприємці, акціонери, клієнти банку, потенційні інвестори, конкуренти.

Об'єктивний опис стану, функціонування та розвитку банку залежить від побудованих описових економіко-математичних моделей конкурентоспроможності банку, застосування яких дозволить підвищити обґрунтованість і ефективність прийняття управлінських рішень.

Аналіз досліджень і публікацій. Дослідженню актуальних проблем банківської конкуренції, методологічних та методичних проблеми економіко-математичного моделювання об'єктів в економіці в сучасній вітчизняній та зарубіжній літературі присвячена значна кількість робіт – Р.А. Алієва [4], Ю.О. Заруби [5], Л.М. Малярець [7], М.Е. Портера [9], І.О. Фоміна [11], М.С. Янга [14].

Проте необхідно зазначити, що існуючі концептуальні положення і методичні підходи до аналізу конкурентоспроможності банків стосуються переважно вирішення цих питань на основі економіко-математичного моделювання в умовах визначеності, значно менше наявних пропозицій щодо їх вирішення в умовах невизначеності.

Метою дослідження є визначення рівня конкурентоспроможності банків на основі чітких та нечітких лінійних багатофакторних моделей, обґрунтування найбільш якісної моделі для розробки ефективного управлінського рішення.

Основні результати дослідження. На основі критичного огляду теоретичних та практичних підходів економістів-практиків та вчених, математиків та кібернетиків до аналізу та оцінювання конкурентоспроможності банку автором встановлено, що конкурентоспроможність – це здатність банку володіти та набувати таких характеристик, які впливають на підвищення ефективності його діяльності в умовах економічного змагання на ринку банківських послуг та продуктів. Крім того, проведено аналіз трактувань визначень відомих науковців (Ю.О. Заруба [5], М.Е. Портер [9], І.О. Фомін [11] та ін.) поняття конкурентоспроможності банку та їхніх концепцій, що дозволив представити її чотирма складними ознаками, які ієрархічно подаються частинними показниками (рис. 1).

Показники, що характеризують фінансовий стан конкурентоспроможності банку – це показники ефективності діяльності банку (X_4). Покладемо відібрані з допомогою процедури канонічного аналізу найсуттєвіші показники даної групи за результативні (y_j) (рис. 2), тоді всі інші незалежні змінні, які відповідають ознакам конкурентоспроможності банку, будуть впливовими факторами на результативну ознаку. Таким чином, в ознаковому просторі конкурентоспроможності банку результативними ознаками для регресійного аналізу є $U_{30}, U_{32}, U_{27}, U_{28}, U_{34}, U_{26}, U_{29}, U_{24}, U_{37}, U_{22}, U_{25}$, а факторними – $X_3, X_7, X_4, X_2, X_1, X_6, X_8, X_9$ (ознаки конкурентоспроможності послуг, продуктів банку та їх доступність), $X_{10}, X_{11}, X_{15}, X_{12}, X_{13}, X_{14}$ (ознаки рівня управління банку), X_{17}, X_{19}, X_{18} (ознаки забезпеченості банку фінансовими ресурсами).

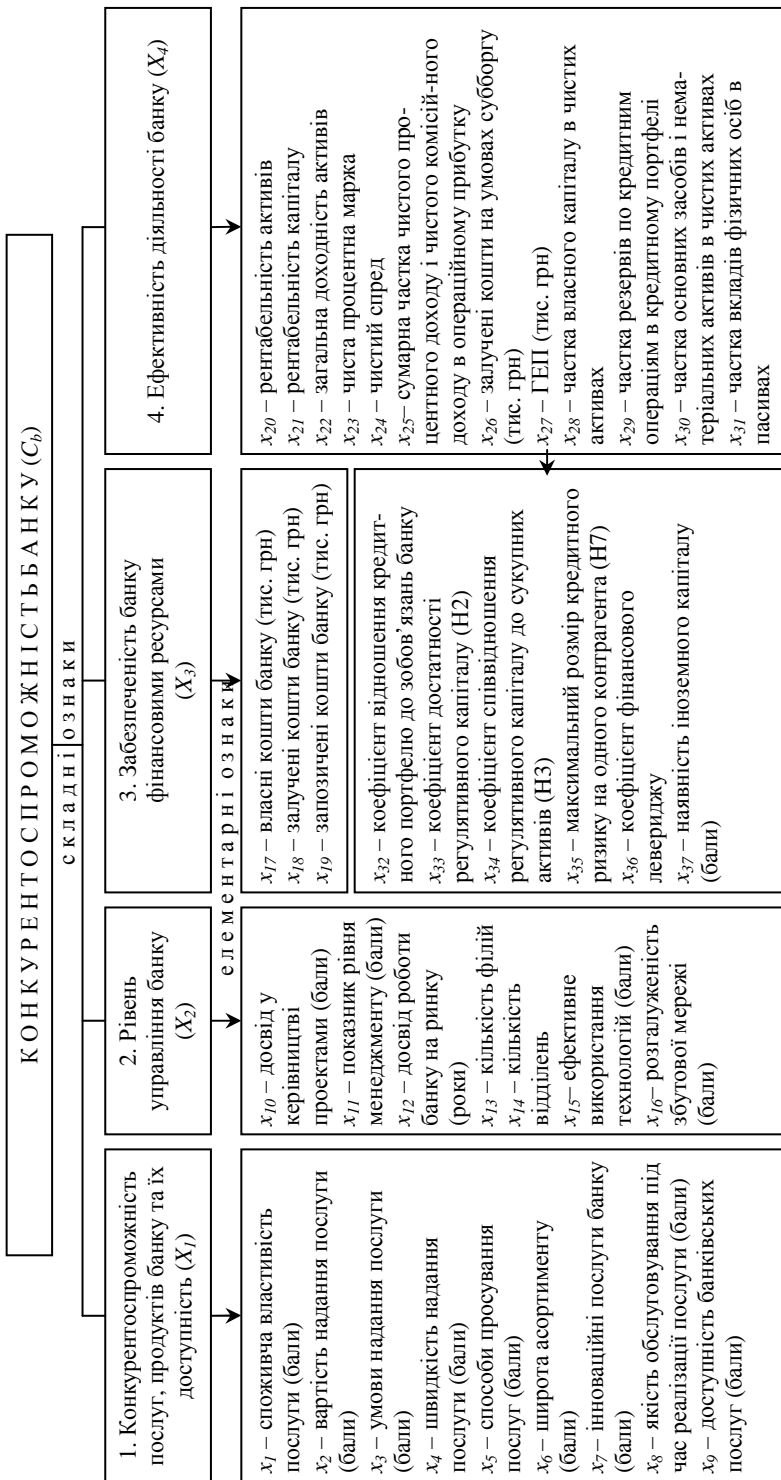


Рис. 1. Структурно-логічна схема ознак конкурентоспроможності банку, авторська розробка

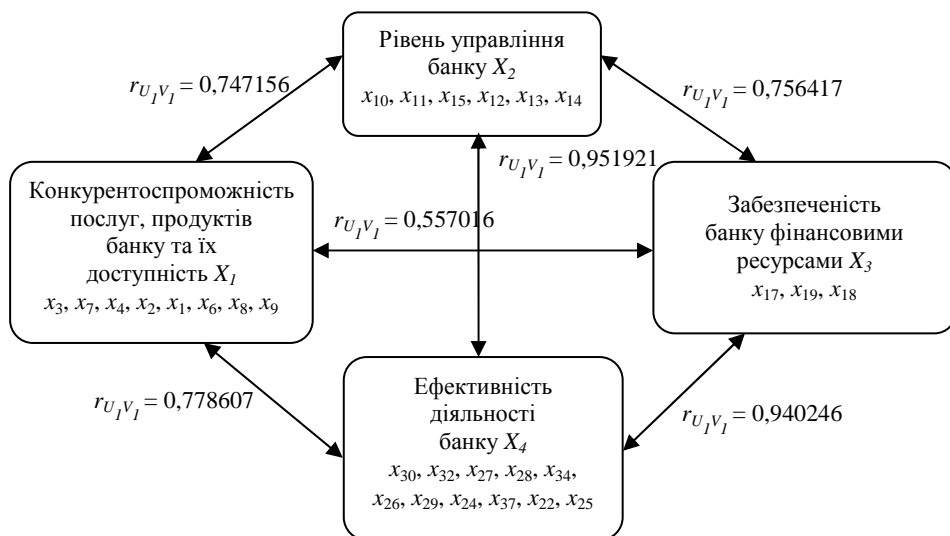


Рис. 2. Причинно-наслідковий взаємозв'язок складних ознак конкурентоспроможності банку ($r_{U_1 V_1}$ – коефіцієнт кореляції між складовими конкурентоспроможності банку), авторська розробка

Для дослідження були використані дані, що характеризують конкурентоспроможність послуг 5 банків другої групи за кількістю активів («КБ «Хрещатик», «Південний», «Кредитпромбанк», «Банк Форум», «Правекс-банк») за період 2007–2013 роки.

Побудову множинних регресійних моделей конкурентоспроможності банків здійснено за допомогою математичного пакету «Statgraphics Centurion».

При побудові 10 регресійних моделей залежності результативних ознак від значимих показників використано лише кількісні показники.

За статистичними якість найкращою для ПАТ «КБ «ХРЕЩАТИК» виявилася лінійна регресійна залежність результативної змінної y_{32} (коефіцієнт відношення кредитного портфелю до зобов'язань банку) від двох значимих показників: x_{18} (залучені кошти банку), x_{19} (запозичені кошти банку):

$$y_{32} = 0,57 - 2,10x_{18} - 8,31x_{19}. \quad (1)$$

Оскільки результативна ознака y_{37} є неметричною, характеризує наявність (1) чи відсутність (0) іноземного капіталу в банку, побудова регресійної моделі залежності даної ознаки від вказаних факторних ознак потребує особливого підходу.

Модель демонструє, що при збільшенні обсягу залучених коштів на 0,01 млрд грн коефіцієнт відношення кредитного портфелю банку до зобов'язань банку зменшиться на величину $2,1 \times 0,01 = 0,021$, якщо фактор обсягу запозичених коштів залишиться на середньому рівні. При збільшенні обсягу запозичених коштів на 0,01 млрд грн коефіцієнт відношення кредитного портфелю банку до зобов'язань банку зменшиться на величину $8,31 \times 0,01 = 0,0831$, якщо обсяг залучених коштів буде зафіксовано на середньому рівні. Таким чином, при зміні залучених і запозичених коштів на десятки млн грн

коефіцієнт відношення кредитного портфеля до зобов'язань банку буде змінюватися на величину, порядок якої 10^{-2} , отже, значення коефіцієнта коливається біля 0,5, що свідчить про помірну кредитну політику банку.

За результатами розрахунків бачимо, що рівняння множинної регресії містить лише статистично значущі показники. Розглянемо її економічний зміст. Відношення кредитного портфеля банку до його зобов'язань характеризує можливість виконувати банком свої безпосередні функції – кредитувати економіку. Рівняння (1) являє собою обернено пропорційну залежність змінних x_{18} та x_{19} , коефіцієнти при них мають від'ємний знак. Обернена залежність між коефіцієнтом відношення кредитного портфеля до зобов'язань банку та двома незалежними показниками (залучені та запозичені кошти банку) спостерігається за період аналізу внаслідок того, що на зміну агресивній кредитній політиці банків, «кредитному буму» у 2007 р. прийшли інші, зважені та помірковані підходи. З початком кризи у 2008 р. багато банків взагалі на певний час припинили кредитування, а кошти клієнтів, які вони залучали, нерідко використовували не на кредитну діяльність, а на розв'язання проблем із ліквідністю, що виникли внаслідок суттєвої зміни валютного курсу. Значні станом на 2007 р. частки валютних кредитів та валютних зобов'язань спричинили суттєву переоцінку відповідних складових балансів банків. А оскільки сплачувати за кредитами за більшим курсом суттєва частка позичальників вже не змогла, а валютні зобов'язання в банках мали суттєві обсяги, такий дисбаланс і викликав проблеми ліквідності.

Якщо порівняти рівняння регресії, отримані для різних банків, стає зрозумілою спрямованість кредитної діяльності банку, а також її активність. Вільний член у рівнянні (1) вказує на незадовільний стан його кредитної діяльності, потенційну можливість її згортання в майбутньому.

Аналогічні моделі побудовано для інших наведених вище банків, залишено лише статистично якісні. Наприклад, найкращою регресійною моделлю залежності результативної ознаки від значущих факторних ознак для ПАТКБ «Правекс-банк» виявилася модель, що описує залежність результативної змінної y_{34} (коефіцієнт співвідношення регулятивного капіталу до сукупних активів) від трьох незалежних ознак: x_{12} (досвід роботи банку на ринку), x_{14} (кількість відділень) та x_{19} (запозичені кошти банку):

$$y_{34} = -61,08 + 3,20x_{12} + 0,03x_{14} + 937,137x_{19}, \quad (2)$$

$$t_a = -3,52; t_{b_1} = 4,19; t_{b_2} = 2,93; t_{b_3} = 2,47; R^2 = 68,41\%; F_{kr} = 17,33;$$

$$DW\text{-statistics} = 0,97 (P = 0,0003).$$

Підкреслимо, що побудову регресійних моделей здійснено в умовах визначеності та використано лише кількісні значимі показники. Однак фінансово-економічні показники конкурентоспроможності характеризуються і неметричними величинами, що свідчить про суб'єктивність вимірювань [6]. Крім того, обчислення кількісних показників зазначених банків протягом досліджуваного періоду, що відображено в звітах банків та в офіційній звітності Національного банку України [8], було здійснено за трьома різними постановами Правління НБУ [1–3]. В цих постановках зразки форм та структура

звітності відрізняються. В період переходу (2007–2008 рр.) звітності банків згідно Постанови Правління НБУ № 598 [2] до звітності за Постановою Правління НБУ № 480 [3] неможливо однозначно отримати значення певних кількісних показників. Для їх обчислення використовуються округлення або наближені значення показників, від яких функціонально залежать досліджувані показники. З математичної точки зору – це неправильно. Тому варто розглянути обчислення регресійних лінійних моделей конкурентоспроможності банку в умовах невизначеності.

При обчисленні нечітких регресійних моделей автором запропоновано використати підхід Р.А. Алієва [4]. Пояснюється застосування саме даного підходу тим, що він дає найбільш чітке теоретичне обґрунтування, використовує чіткі вхідні фактори та нечітку результативну ознаку. Інші існуючі підходи (метод лінійного програмування, що використовує критерій мінімізації нечіткості [13], апроксимація за відстанню, інтервальний нечіткий МНК [14], методи багатокритеріального програмування [12]) застосовувати не рекомендується у зв'язку з особливостями алгоритмів їх використання.

Підхід Р.А. Алієва [4] використано для розробки нечітких лінійних регресійних моделей конкурентоспроможності банку для його описового моделювання в умовах невизначеності, в якості результативних ознак взято значущі показники ефективності діяльності банку в припущенні, що вони є нечіткими, а в якості факторних – найбільш впливові факторні ознаки, встановлені на основі звичайного регресійного аналізу. Для порівняння зі звичайною регресійною моделлю рівняння нечіткого регресійного аналізу залежності коефіцієнта відношення кредитного портфеля до зобов'язань банку ПАТ «Комерційний банк «ХРЕЩАТИК» від чітких факторних ознак (залучених коштів банку та запозичених коштів) знайдене у вигляді $\tilde{y}_{32} = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_{18}x_{18} + \tilde{A}_{19}x_{19}$. У процесі відшукування нечітких коефіцієнтів ми виходили з припущення, що $\tilde{A}_0, \tilde{A}_1, \dots, \tilde{A}_k$ нечіткої регресійної моделі $\tilde{Y} = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1x_1 + \dots + \tilde{A}_kx_k$ є нормальний нечіткими множинами на \mathfrak{R} : $\tilde{A}_i = \bigcup_{a_i \in \mathfrak{R}} \mu_{\tilde{A}_i}(a_i)/a_i$, $\mu_{\tilde{A}_i}(a_i) = \sup \min\{\alpha, \mu_{\tilde{A}_i}^\alpha\}$,

де їх α -рівневі множини визначаються $a_i^\alpha = \{a_i : a_i \in \mathfrak{R}, \mu_{\tilde{A}_i}(a_i) \geq \alpha\}$, $i = \overline{0, k}$,

$\alpha \in [0, 1]$. На кожному рівні ($\alpha : \{\alpha_0 = 0, \alpha_1, \dots, \alpha_j, \dots, \alpha_p = 1\}$) визначаються такі

коефіцієнти $a_0^{\alpha_j}, a_1^{\alpha_j}, \dots, a_k^{\alpha_j}$, $j = \overline{1, p}$, які задовольняють умові: $J_j = \sum_{i=1}^N (y_i^{\alpha_j} - \tilde{y}_i^{\alpha_j})^2$

$\rightarrow \min$, $j = \overline{1, p}$, де $\tilde{y}_i^{\alpha_j} = a_0^{\alpha_j} + a_1^{\alpha_j}x_1 + \dots + a_k^{\alpha_j}x_k$. При цьому необхідно визначити межі (c, d) носія нечіткого значення результативної ознаки \tilde{y}_{32} . Це є проблемою. В [4] Р.А. Алієв пропонує визначити носій нечіткої ознаки експериментальним шляхом. Визначений таким чином носій нечіткої результативної ознаки, на нашу думку, не є математично обґрунтованим. Тому визначення меж (c, d) автором запропоновано здійснювати за формулами: для $\alpha = 0,5$:

$c = \beta_1y_i - s$; $d = \beta_1y_i + s$, $i = \overline{1, N}$. Аналогічно для $\alpha = 0,8$: $c = \beta_2y_i - s$; $d = \beta_2y_i + s$,

де s – стандартна похибка. Коефіцієнти β_1, β_2 , обчислено як відношення значень результативного показника відповідних перцентилів, оскільки саме перцентилі дозволяють найбільш точно зберегти закони розподілу досліджуваних показників, з урахуванням того, що існує органічний зв'язок між теорією нечіткої логіки та традиційними підходами теорії ймовірностей щодо інтерпретації невизначеностей:

$$\beta_1 = \frac{y_{\alpha=0,5}}{y_{\alpha=1}}; \quad (3)$$

$$\beta_2 = \frac{y_{\alpha=0,8}}{y_{\alpha=1}}. \quad (4)$$

Виконавши відповідні обчислення, отримали нечітку лінійну регресійну модель:

$$\begin{aligned} \tilde{y}_{32} = & (0,5/0,44 + 0,8/0,5 + 1/0,57 + 0,8/0,53 + 0,5/0,47) + \\ & + (0,5/-1,68 + 0,8/-1,89 + 1/-2,10 + 0,8/-1,92 + 0,5/-1,69)x_{18} + \\ & + (0,5/-6,65 + 0,8/-7,48 + 1/-8,31 + 0,8/-7,32 + 0,5/-6,74)x_{19}. \end{aligned} \quad (5)$$

Після проведення дефазифікації (отримання чітких значень) для нечіткого результативного значення \tilde{y}_{32} методом центру тяжіння [10] маємо модель:

$$\tilde{y}_{32} = 0,51 - 1,89x_{18} - 7,46x_{19}.$$

Застосування методу центру тяжіння пояснюється тим, що він дає найбільші показники швидкості налаштувань (навчання) та точності досліджуваних нечітких моделей. Дефазифікація нечіткої множини $\tilde{A} = \sum_{i=1}^k \mu_{\tilde{A}}(x_i) / x_i$ за методом центра тяжіння визначено за формулою:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^k x_i \times \mu_{\tilde{A}}(x_i)}{\sum_{i=1}^k \mu_{\tilde{A}}(x_i)}, \quad i = \overline{1, k}. \quad (6)$$

Порівнюючи отримані значення зі значеннями результативного показника, обчисленого методами звичайного регресійного аналізу (1), зробимо висновки, що нечіткі регресійні моделі дають більш достовірні результати, при цьому вони є якісними та точними та враховують невизначеність вихідних даних.

Висновки. Особливостями розроблених моделей є те, що для отримання результативних ознак конкурентоспроможності банку використовуються рівняння множинних регресій, побудованих на кожному із запропонованих α -зрізів, що описують залежність результативних ознак конкурентоспроможності банку від впливових факторів. Дефазифіційоване значення результативних ознак отримане за допомогою об'єднання регресійних моделей при $\alpha = 0,5$; $\alpha = 0,8$; $\alpha = 1$ методом центру тяжіння.

Таким чином, в управлінні конкурентоспроможністю банків економісти отримують реальні орієнтири. Нечіткі регресійні моделі дозволяють обчислю-

вати достовірні інтервали змін значень результатів діяльності за будь-яких умов, визначеності та невизначеності. Побудовані моделі дозволяють ефективно керувати показниками конкурентоспроможності банку та приймати найбільш раціональні рішення, оскільки вони дозволяють обчислити реальний стан конкурентоспроможності банку з урахуванням видів величин фінансово-економічних показників, метричних та неметричних, і можуть бути впроваджені в практичну діяльність банків.

1. Про втрату чинності деякими нормативно-правовими актами Національного банку України: Постанова Правління Національного банку України від 14.05.2012 № 179 // zakon.rada.gov.ua.

Pro vtratu chynnosti deiakymy normatyvno-pravovymy aktamy Natsionalnoho banku Ukrainy: Postanova Pravlinnia Natsionalnoho banku Ukrainy vid 14.05.2012 № 179 // zakon.rada.gov.ua.

2. Про затвердження Інструкції про порядок складання та оприлюднення фінансової звітності банків України: Постанова Правління Національного банку України від 07.12.2004 № 598 // zakon.nau.ua.

Pro zatverdzhennia Instruksii pro poriadok skladannia ta opryliudnennia finansovoi zvitnosti bankiv Ukrainy: Postanova Pravlinnia Natsionalnoho banku Ukrainy vid 07.12.2004 № 598 // zakon.nau.ua.

3. Про затвердження Інструкції про порядок складання та оприлюднення фінансової звітності банків України: Постанова Правління Національного банку України від 27.12.2007 № 480 // zakon.nau.ua.

Pro zatverdzhennia Instruksii pro poriadok skladannia ta opryliudnennia finansovoi zvitnosti bankiv Ukrainy: Postanova Pravlinnia Natsionalnoho banku Ukrainy vid 27.12.2007 № 480 // zakon.nau.ua.

4. *Алиев Р.А., Церковный А.Э., Мамедова Г.А.* Управление производством при нечеткой исходной информации. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 240 с.

Aliiev R.A., Tserkovnyi A.E., Mamedova G.A. Upravlenie proizvodstvom pri nechetkoi iskhodnoi informatsii. – М.: Energoatomizdat, 1991. – 240 s.

5. *Заруба Ю.О.* Конкурентоспроможність комерційного банку // Фінанси України. – 2001. – №2. – С. 119–124.

Zaruba Yu.O. Konkurentospromozhnist komertsiiinoho banku // Finansy Ukrainy. – 2001. – №2. – S. 119–124.

6. *Койбічук В.В.* Формування ознакового простору моделі конкурентоспроможності банку // Вісник Хмельницького національного університету. – 2013. – №4, Т. 1. – С. 173–179.

Koibichuk V.V. Formuvannia oznakovoho prostoru modeli konkurentospromozhnosti banku // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. – 2013. – №4, Т. 1. – S. 173–179.

7. *Малярець Л.М.* Проблеми концептуального аналізу та економіко-математичного моделювання підприємства // Українська наука: минуле, сучасне, майбутнє. – 2003. – №6. – С. 205–209.

Maliarets L.M. Problemy kontseptualnoho analizu ta ekonomiko-matematychnoho modeliuvanpia pidpriemstva // Ukrainka nauka: mynule, suchasne, maibutnie. – 2003. – №6. – S. 205–209.

8. Показники банківської системи // Національний банк України // bank.gov.ua.

Pokaznyky bankivskoi systemy // Natsionalnyi bank Ukrainy // bank.gov.ua.

9. *Портер М.Э.* Конкуренция / Пер. с англ. – Обнов. и расшир. изд. – М.: Вильямс, 2010. – 592 с.

Porter M.E. Konkurentciia / Per. s angl. – Obnov. i rasshir. izd. – М.: Viliams, 2010. – 592 s.

10. *Ротштейн А.П., Штовба С.Д.* Влияние метода дефаззификации на скорость настройки нечеткой модели // Кибернетика и системный анализ. – 2002. – №5. – С. 169–176.

Rotshstein A.P., Shtovba S.D. Vliianie metoda defazifikatsii na skorost nastroiiki nechetkoi modeli // Kibernetika i sistemnyi analiz. – 2002. – №5. – S. 169–176.

11. *Фомін І.О.* Рейтингова оцінка комерційного банку в системі діагностики його конкурентоспроможності // Вісник НБУ. – 2002. – №4. – С. 11–13.

Fomin I.O. Reitynhova otsinka komertsiiinoho banku v systemi diahnostyky yoho konkurentospromozhnosti // Visnyk NBU. – 2002. – №4. – S. 11–13.

12. *Celmins, A.* (1987). Least Squares Model Fitting to Fuzzy Vector Data. Fuzzy Sets and Systems, 22: 260–269.

13. *Tanaka, H., Uejima, S., Asai, K.* (1982). Linear Regression Analysis with Fuzzy Model. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 12: 903–907.
14. *Yang, M.S., Lin, T.S.* (2002). Fuzzy least-squared linear regression analysis for fuzzy input-output data. *Fuzzy Sets and Systems*, 126(3): 389–399.

Стаття надійшла до редакції 4.04.2016.