

Розділ 3

Моделі та технології обробки фінансової інформації

УДК :347.734:519.6

Дубницький В. Ю.

*к.т.н., доцент, старший науковий співробітник,
Харківський інститут банківської справи УБС НБУ(м. Київ)*

Кобилін А. М.

*к.т.н., доцент,
Харківський інститут банківської справи УБС НБУ(м. Київ)*

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ ФІНАНСОВОЇ БЕЗПЕКИ КОМЕРЦІЙНОГО БАНКУ ЗАСОБАМИ ІНТЕРВАЛЬНОЇ МАТЕМАТИКИ

Анотація. У статті наведено відомості про створений спеціалізований програмний калькулятор, призначений для обчислення в інтервальному вигляді коефіцієнтів, що визначають рівень фінансової безпеки банку. За допомогою інтегрального калькулятора та інтегральних обчислень наведено приклад визначають рівень фінансової безпеки банку.

Ключові слова: банк, фінансова безпека, інтервальні обчислення, інтервальний калькулятор.

Dubnytskyi V.Iu.,

*PhD in Technical Sciences, Senior Scientific worker,
Kharkiv institute of banking of the University of banking
of the National bank of Ukraine (city Kyiv)*

Kobylin A.M.

*PhD in Technical Sciences, associate professor,
Kharkiv institute of banking of the University of banking
of the National bank of Ukraine (city Kyiv)*

INFORMATION AND ANALYTICAL EVALUATION OF FINANCIAL SECURITY INDICES OF COMMERCIAL BANK BY INTERVAL MATHEMATICS

Abstract. This article describes how you can set up a specialized software calculator, designed to calculate in intervalnomu form factors that determine the degree of safety to the bank. With the integrated calculator and integral calculation is an example of determining the degree of safety to the bank.

Keywords: bank, financial security, interval computation interval calculator.

JEL Classification: G 21, C 60.

Дубницький В. Ю.

*к.т.н., старший науковий співробітник,
Харківський інститут банківської справи УБС НБУ(м. Київ)*

Кобилін А. М.

*к.т.н., доцент,
Харківський інститут банківської справи УБС НБУ(м. Київ)*

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИНАНСОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА СРЕДСТВАМИ ИНТЕРВАЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ

Аннотация. В статье приведены сведения о созданном специализированном программном калькуляторе, который предназначенный для вычисления в интервальном виде коэффициентов, определяющих уровень финансовой безопасности банка. С помощью интегрального калькулятора и интегральных вычислений приведен пример определения уровня финансовой безопасности банка.

Ключевые слова: банк, финансовая безопасность, интервальные вычисления, интервальный калькулятор.

Вступ. Найбільш поширеним методом аналізу фінансової безпеки є метод коефіцієнтів. Його застосування детально розглянуто в роботах [1,2]. При застосуванні цього методу з метою прогнозування рівня фінансової безпеки дослідник зустрічається з необхідністю використовувати стохастично невизначені дані.

До появи невизначеності призводять такі причини: відсутність або неповнота (недостатність, неадекватність) інформації, її невірогідність. Поруч з тим, нечіткість прийняття рішень обумовлена суб'єктивністю керівництва банку, неточністю висновків та інтерпретації даних, неясністю внаслідок складності і (або) великої кількості висновків.

Слід відзначити, що імовірнісні моделі в подібних випадках можуть виявитися не тільки некорисними, але й шкідливими: багато операцій банку унікальні з тієї точки зору, що пов'язані з конкретними покупцями послуг в конкретних умовах і не можуть мати достатньої статистичної інформації. Виходячи з вищевказаного, можна зробити висновок, що найбільш адекватним математичним апаратом для врахування усього комплексу невизначеностей при розв'язанні задач формалізації функціонування банківської установи з точки зору оцінки показників фінансової безпеки та ведення нею комерційної та інвестиційної діяльності є використання методів теорії нечітких множин.

Аналіз літератури та визначення мети дослідження. Найбільш поширеним методом аналізу фінансової безпеки є метод коефіцієнтів. Його застосування детально розглянуто в роботах [1,2]. При застосуванні цього методу з метою прогнозування рівня фінансової безпеки дослідник зустрічається з необхідністю використовувати стохастично невизначені дані. Для чисельного аналізу таких задач створено спеціалізовані програмні калькулятори [7,8,9]. Метою даного дослідження є створення спеціалізованого програмного калькулятора для визначення показників фінансової безпеки підприємств з використанням інтервальної арифметики.

Основні властивості інтервальної арифметики. Визначимо, згідно з роботами [4,5] інтервальне число як пару $[a; b]$, при умові, що a, b дійсні числа та $a \leq b$. Тобто $A = [a; b]$, якщо $a = b$, то $A = [a; a]$. Будемо казати, що інтервал $[a; a]$ вироджений. Тоді дійсне число $a \in A = [a; a]$.

Можна сказати, що інтервальне число A це впорядкована множина дійсних чисел x , таких, що:

$$[a; b] = \{x : a \leq x \leq b\}.$$

Відношення між інтервалами $[a_1; a_2]$ та $[b_1; b_2]$ можна визначити так:

$$[a_1; a_2] \subset [b_1; b_2],$$

якщо

$$b_1 \leq a_1 \leq a_2 < b_2.$$

Символи \in , \cup , \cap мають звичайний теоретико-множинний зміст.

Довжиною інтервалу $[a, b]$ будемо називати величину

$$w([a; b]) = b - a. \quad (1)$$

Модулем $| [a; b] |$ числа $[a; b]$ будемо називати величину:

$$| [a; b] | = \max \{ |a|; |b| \}. \quad (2)$$

Наприклад,

$$| [-4; 9] | = \max \{ 4; 9 \} = 9.$$

Множину інтервальних чисел визначають символом $J(R)$. Можна показати, що $J(R)$ – частково впорядкована множина.

Відношення „ $<$ “ існує тоді і тільки тоді, коли для

$$[a_1; a_2] < [b_1; b_2] \quad (3)$$

має місце умова $a_2 < b_1$,

$$[a_1; a_2] = [b_1; b_2]$$

коли $a_1 = b_1$ та $a_2 = b_2$.

Приклад 1.

$$[2; 8] < [9; 11];$$

$$[5; 6] = [5; 6].$$

Наслідком порушення умови (1.3) є існування не порівняних інтервалів, які не можна порівняти між собою, наприклад інтервали $[3; 9]$ та $[4; 11]$ не можна порівняти, тому що $9 > 4$, тобто $a_2 > b_1$.

Між елементами множини $J(R)$ можна визначити відстань. Величину відстані $q(A, B)$ називають відстанню між інтервалами $A = [a_1; a_2]$ та $B = [b_1; b_2]$ якщо

$$q(A, B) = \max \{ | a_1 - b_1 |; | a_2 - b_2 | \}. \quad (4)$$

Припустимо, що $A = [-3; 8]$, $B = [9; 15]$.

Приклад 2.

$$q(A, B) = \max \{ |-3-9|; |8-15| \} = \max \{ 12; 7 \} = 12.$$

Абсолютною величиною інтервалу $A = [a_1; a_2]$, або модулем інтервалу A називають відстань між інтервалом A та виродженим інтервалом $B = [0; 0]$.

Отже

$$| A | = \{ \max | a_1 |; | a_2 | \}.$$

Приклад 3.

$$A = [-2; 6].$$

$$| A | = \max \{ |-3|; |6| \} = 6.$$

Шириною інтервалу $A = [a_1; a_2]$ буде величина $d(A) = a_2 - a_1 \geq 0$.

Приклад 4.

$$A_1 = [3; 8], \text{ тоді } d(A) = 8 - 3 = 5,$$

$$A_2 = [8; -2], \text{ тоді } d(A_2) = -2 - (-8) = 6.$$

Арифметичні дії з інтервальними числами виконують згідно з такими правилами:

$$A + B = [a_1; a_2] + [b_1; b_2] = [a_1 + b_1; a_2 + b_2]; \quad (5)$$

$$A - B = [a_1; a_2] - [b_1; b_2] = [a_1 - b_2; a_2 - b_1]; \quad (6)$$

$$A \cdot B = [a_1; a_2] \cdot [b_1; b_2] = [\min(a_1 b_1; a_1 b_2; a_2 b_1; a_2 b_2); \max(a_1 b_1; a_1 b_2; a_2 b_1; a_2 b_2)]; \quad (7)$$

$$A / B = [a_1; a_2] / [b_1; b_2] = [a_1; a_2] \cdot [1/b_2; 1/b_1]. \quad (8)$$

Застосування правил (1.5) – (1.7) розглянемо на такому прикладі.

Приклад 5.

$$[-5; 2] + [4; 9] = [-1; 11]$$

$$[3; 4] - [2; 2,5] = [0,5; 2]$$

$$[-4; 6] \cdot [2; 5] = [\min(-8; -20; 12; 30); \max(-8; -20; 12; 30)] = [-20; 30]$$

$$[-4; 6] / [2; 5] = [-4; 6] \cdot [1/5; 1/2] =$$

$$[\min(-4/5; -2; 6/5; 3); \max(-4/5; -2; 6/5; 3)] = [-2; 3].$$

Властивості основних операцій інтервальної арифметики мають істотні відмінності від правил традиційної арифметики.

Якщо

$$[a; b] \cdot [c; c] = \begin{cases} [c \cdot a; c \cdot b], & \text{якщо } c > 0 \\ [c \cdot b; c \cdot a], & \text{якщо } c < 0 \end{cases} \quad (9)$$

Для інтервальної арифметики виконуються асоціативні та комунікативні закони відносно додавання та добутку.

Якщо A, B, C – інтервальні числа, то

$$A + (B + C) = (A + B) + C$$

$$A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C \quad (10)$$

$$A + B = B + A$$

$$A \cdot B = B \cdot A$$

Нульовим елементом буде число $[0; 0]$, одиничним елементом буде число $[1; 1]$.

Однією з особливостей арифметики інтервалів є порушення закону дистрибутивності, тобто, коли A, B, C – інтервальні числа, то не завжди

$$A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C \quad (11)$$

Приклад 6.

$$[3; 4] \cdot ([1; 2] + [5; 6]) = [18; 32];$$

та

$$[3; 4] \cdot ([1; 2] + [3; 4] \cdot [5; 6]) = [18; 32],$$

але в той же час має місце інша ситуація.

Приклад 7.

$$[1; 2] \cdot ([3; 4] + [-5; 6]) = [-4; 20]$$

та

$$[1; 2] \cdot [3; 4] + [1; 2] \cdot [-5; 6] = [-7; 20].$$

Тоді видно, що

$$[-4; 20] \neq [-7; 20].$$

Закон дистрибутивності виконується тоді, коли $t \in R$, де R – множина дійсних чисел:

$$[t_1; t_2] \cdot (A + B) = [t_1; t_2] \cdot ([a_1; a_2] + [b_1; b_2]). \quad (12)$$

Також можна показати, що закон дистрибутивності має місце тоді, коли $A \cdot B > 0$.

Замість закону дистрибутивності в інтервальній арифметиці для довільних інтервалів діє властивість субдистрибутивності:

$$A \cdot (B + C) \subset A \cdot B + A \cdot C. \quad (13)$$

Для приклада 7 це означає, що:

$$[1; 2] \cdot ([3; 4] + [-5; 6]) \subset [1; 2] \cdot [3; 4] + [1; 2] \cdot [-5; 6]$$

$$[-4; 20] \subset [-7; 20].$$

Важливою властивістю інтервальної арифметики є можливість операцій відносно включення. Якщо

$$J \subset k, j \subset L \quad (14)$$

то

$$J \cdot j \subset k \cdot L, \quad (15)$$

де (\bullet) операція, яка може бути виконана над будь якою парою інтервалів з переліку (1.5) ... (1.8).

Умови (14), (15) виконуються тоді, коли $0 \notin J; 0 \notin L$.

Подальші властивості операцій з інтервальними числами розглянуті в роботах [4,5].

Коефіцієнти, що визначають фінансову безпеку. Фінансову безпеку комерційного банку можна визначити такими показниками:

- Коефіцієнт миттєвої ліквідності KL_1 ;
- Коефіцієнт поточної ліквідності KL_2 ;
- Коефіцієнт загальної ліквідності КП;

Для оцінки фінансового стану позичальника (рентабельність позичальника) можна визначити такі показники:

- рентабельність активів,
- рентабельність продажу.

Коефіцієнт миттєвої ліквідності визначається за формулою:

$$KL_1 = \frac{A_e}{Z_n} \quad (16)$$

де A_e – високоліквідні активи; Z_n - короткострокові зобов'язання.

В інтервальній формі коефіцієнт KL_1 визначається так:

$$[KL_1] = \frac{[A_e]}{[Z_n]} = \frac{[A_e(n); A_e(e)]}{[Z_n(n); Z_n(e)]}. \quad (17)$$

Коефіцієнт поточної ліквідності визначається за формулою:

$$KL_2 = \frac{A_l}{Z_n} \quad (18)$$

де: A_l - ліквідні активи.

В інтервальній формі коефіцієнт KL_2 визначається так:

$$[KL_2] = \frac{[A_l]}{[Z_n]} = \frac{[A_l(n); A_l(e)]}{[Z_n(n); Z_n(e)]}. \quad (19)$$

Коефіцієнт загальної ліквідності визначається за формулою:

$$KL_3 = A_o / Z_n \quad (20)$$

де: A_o – оборотні активи.

В інтервальній формі коефіцієнт КП визначається так:

$$[KП] = \frac{[A_o]}{[Z_n]} = \frac{[A_o(n); A_o(e)]}{[Z_n(n); Z_n(e)]}. \quad (21)$$

Коефіцієнт маневреності власних коштів визначається за формулою:

$$KM = \frac{B_k - A_n}{B_k} \quad (22)$$

де: B_k – власний капітал підприємства; A_n – необоротні активи.

У інтервальній формі коефіцієнт КМ визначають так

$$KM = \frac{B_k - A_n}{B_k} = 1 - \frac{A_n}{B_k} \quad (23)$$

$$[KM] = [1;1] - \frac{[A_n]}{[B_k]} \quad (24)$$

$$[KM] = [1;1] - \frac{[A_{n(c)}; A_{n(в)}]}{[B_{k(n)}; B_{k(в)}]}$$

Коефіцієнт незалежності визначається за формулою:

$$KH = \frac{ЗК}{ВК} \quad (25)$$

де: ЗК – залучені кошти; ВК – власні кошти.

У інтервальній формі величину КН визначають так:

$$[KH] = \frac{[ЗК]}{[ВК]} = \frac{[ЗК_{(н)}; ЗК_{(в)}]}{[ВК_{(н)}; ВК_{(в)}]} \quad (26)$$

Рентабельність позичальника визначається за формулою:

$$P = \frac{\Pi_q}{A} \quad (27)$$

де: Π_q – чистий прибуток; А – активи.

У інтервальній формі отримаємо:

$$[P] = \frac{[\Pi_q]}{[A]} = \frac{[\Pi_{q(n)}; \Pi_{q(в)}]}{[A_n; A_в]} \quad (28)$$

Рентабельність продажу визначається за формулою:

$$P = \frac{\Pi_q}{O_p} \quad (29)$$

де: O_p – обсяг реалізації (без ПДВ).

У інтервальній формі величину Р визначають так:

$$[P] = \frac{[\Pi_q]}{[O_p]} = \frac{[\Pi_{qn}; \Pi_{qv}]}{[O_{pn}; O_{pv}]} \quad (30)$$

Програмна реалізація визначення коефіцієнтів фінансової безпеки в інтервальній формі. Для реалізації обчислень, які реалізують алгоритми визначення індикаторів фінансової безпеки комерційних банків, розроблена програма в середовищі програмування Visual Studio .NET 2008, На рис.1 і 2 представлений інтерфейс головного вікна інтервального клькюлятора і інформаційної системи визначення індикаторів фінансової безпеки банків.

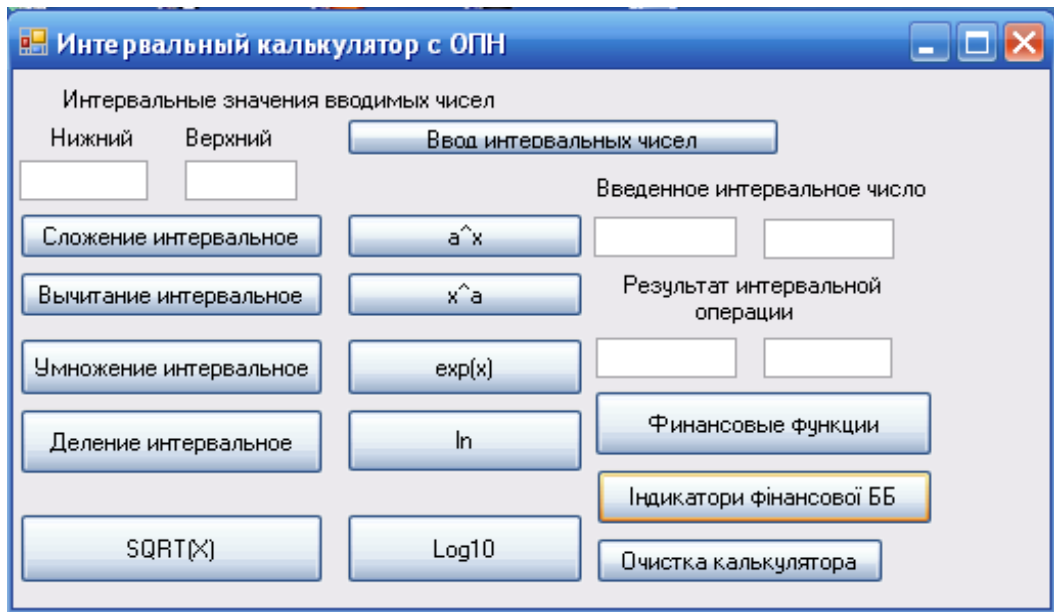


Рис. 1. Головне вікно інтервального калькулятора, де передбачено перехід до вікна для розрахунку індикаторів фінансової безпеки банків

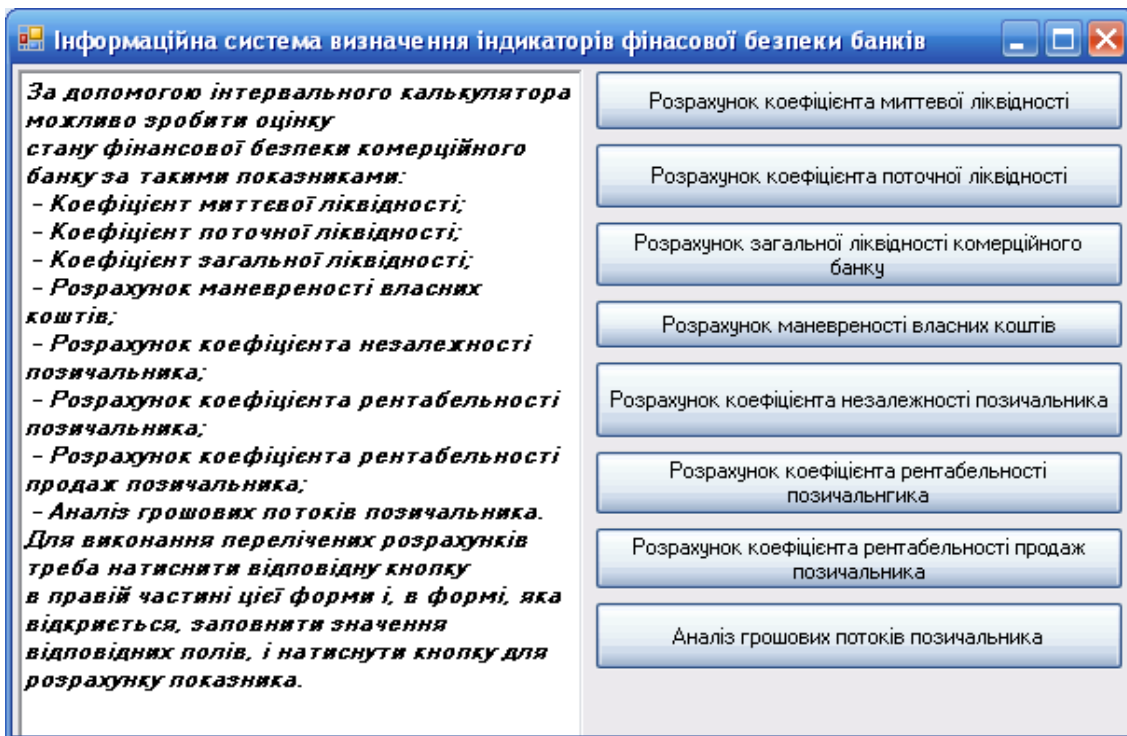


Рис. 2. Вікно інформаційної системи для вибору індикаторів визначення фінансової безпеки комерційного банку

Приклади виконання розрахунків наведено на рис.3 - рис.8.

Розрахунок коефіцієнта миттєвої ліквідності

Розрахунок миттєвої ліквідності комерційного банку

	Значення інтервалів	
	Начало	Кінець
<i>Високоліквідні активи</i>	234	235
<i>Короткострокові зобов'язання</i>	35	35
Коефіцієнт миттєвої ліквідності		
<input type="button" value="Розрахувати коефіцієнт МЛ"/>	6,68571428571	6,7142857142
<input type="button" value="Закрити форму"/>		

Рис. 3. Розрахунок коефіцієнта миттєвої ліквідності комерційного банку

Розрахунок поточної ліквідності комерційного банку

Розрахунок поточної ліквідності комерційного банку

	Значення інтервалів	
	Начало	Кінець
<i>Ліквідні активи</i>	180000	200000
<i>Короткострокові зобов'язання</i>	200000	250000
Коефіцієнт поточної ліквідності		
<input type="button" value="Розрахувати коефіцієнт ПЛ"/>	0,72	1
<input type="button" value="Закрити форму"/>		

Рис. 4. Розрахунок поточної ліквідності банку

Розрахунок маневреності власних коштів комерційного банку

Розрахунок маневреності власних коштів комерційного банку

	Значення інтервалів	
	Начало	Кінець
<i>Необоротні активи</i>	120000	130000
<i>Власний капітал</i>	300000	400000

Коефіцієнт маневреності власних коштів

Розрахувати коефіцієнт маневреності власних коштів	0,3	0,433333333
--	-----	-------------

Закрити форму

Рис. 5. Розрахунок маневреності власних коштів комерційного банку

Розрахунок незалежності позичальника

Розрахунок коефіцієнта незалежності позичальника

	Значення інтервалів	
	Начало	Кінець
<i>Залучені кошти</i>	250000	280000
<i>Власний капітал</i>	300000	400000

Коефіцієнт незалежності позичальника

Розрахувати коефіцієнт незалежності позичальника	0,625	0,9333333333
--	-------	--------------

Закрити

Рис. 6. Розрахунок коефіцієнта залежності позичальника

Розрахунок коефіцієнта рентабельності позичальника

Значення інтервалів

	Начало	Кінець
<i>Чистий прибуток</i>	12000	25000
<i>Активи</i>	500000	520000

Коефіцієнт рентабельності активів

Розрахувати коефіцієнт рентабельності активів	0,023076923	0,05
---	-------------	------

Закрити форму

Рисунок 7. Розрахунок коефіцієнта рентабельності позичальника

Розрахунок рентабельності продаж позичальника

Значення інтервалів

	Начало	Кінець
<i>Чистий прибуток</i>	12000	25000
<i>Обсяг реалізації</i>	100000	120000

Коефіцієнт рентабельності продаж позичальника

Розрахувати коефіцієнт рентабельності продаж позичальника	0,1	0,25
---	-----	------

Закрити форму

Рис. 8. Розрахунок рентабельності продаж позичальника

Таким чином, створений калькулятор дає можливість виконувати обчислення пов'язані з визначенням рівня фінансової безпеки банку не вимагаючи від користувача спеціальних навичок програмування.

Висновки

1. Показана можливість застосування інтервальних обчислень для визначення коефіцієнтів, що визначають рівень фінансової безпеки банку.
2. Наведено відомості про створений спеціалізований програмний калькулятор, призначений для обчислення в інтервальному вигляді коефіцієнтів, що визначають рівень фінансової безпеки банку.
3. Наведено приклади обчислень в інтервальному вигляді коефіцієнтів, що визначають рівень фінансової безпеки банку.

Література

1. Побережный С.Н. Модели и методы обеспечения банковской безопасности/ С.Н. Побережный, Б.А. Дадашеву, А.Л. Пластун.-Сумы: ГВУЗ «УАБД НБУ», 2010.-239с
2. Кочетков В. М. Забезпечення фінансової стійкості сучасного комерційного банку: теоретико-методологічні аспекти / Кочетков В.М.- К.: КНЕУ, 2002. - 256 с.
3. Хил Лафуенте А.М Финансовый анализ в условиях неопределённости./ А.М Хил Лафуенте.- Мн.: Технология.1998.-150с.
4. Алефельд Г, Херцбергер Ю. Введение в интервальные вычисления / Алефельд Г, Ю. Херцбергер – М.: Мир, 1987. – 259с
5. Алтунин А.Е. Семухин М.В., Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях/А.Е.Алтунин, Семухин М.В.- Тюмень: Изд. ТГУ, 2000. 352 с.
6. В.Ю. Дубницький, Кобилін А.М.. Визначення ефективності банківських операцій в умовах нестохастичної невизначеності / В.Ю. Дубницький, А.М. Кобилін // Вісник НБУ.-2006.- №4 (122), С.54-55.
7. Дубницький В.Ю., Кобылин А.М.. Интервальное вычисление эффективности конверсионных банковских операций и операций с ценными бумагами/Ю.В. Дубницький, А.М. Кобылин// Бизнес-информ.-2005.- №9.-№ 9-10.-С.71-4-76.
8. Дубницький В.Ю., Кобилін А.М.. Свідोцтво про реєстрацію авторського права на твір №33427 «Спеціалізований програмний калькулятор «Інтервал-Д» Авторські майнові права належать Університету банківської справи Національного банку України. Дата реєстрації 25.05.2010.
9. Дубницький В.Ю., Кобилін А.М Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №35350 «Спеціалізований програмний калькулятор «Інтервал-ОПН» Авторські майнові права належать Університету банківської справи Національного банку України. Дата реєстрації 13.10.2010.

Стаття надійшла до редакції 26.08.2013

References

1. Poberezhnyi S. N., Dadashevu B.A., Plastun A.L. (2010). *Modeli y metody obespecheniya bankovskoy bezopasnosti*. Sumy: GVUZ «UABD NBU».
2. Kochetkov V. M. (2002). *Zabezpechennya finansovoi stiykosti suchasnoho komertsyynoho banku: teoretyko-metodolohichni aspekty*. Kyiv: KNEU.
3. Khil Lafuente A. M (1998). *Finansovyyi analiz v usloviakh neopredelenosti*. Mn: Tekhnolohiya.
4. Alefeld G., Khertsberger Yu. (1987). *Vvedenie v intervalnye vychislenia*. Moskva: Mir.
5. Altunin A. E., Semukhin M. V. (2000). *Modeli i alhoritmy prinyatia reshenii v nechetkikh usloviakh*. Tumen: Yzd. THU.
6. Dubnytskyi V. Yu., Kobylin A. M. (2006). Vyznachennya efektyvnosti bankivskykh operatsii v umovakh nestokhastychnoi nevyznachenosti. *Visnyk NBU*, 4(122), 54-55.
7. Dubnitskii V.Y., Kobylin A.M. (2005). Intervalnoe vychislenie effektivnosti konversionnykh bankovskikh operatsiy i operatsii s tsenyimi bumahami. *Biznes-inform*, 9, 71-76.
8. Dubnytskyi V. Yu., Kobylin A. M. Svidotstvo pro reyestratsiyu avtorskoho prava na tvir №33427 «Spetsializovanyi prohramnyi kalkulyator «Interval-D» Avtorski maynovi prava nalezhat Universytetu bankivskoi spravy Natsionalnoho banku Ukrainy. Data reestratsii 25.05.2010.
9. Dubnytskyi V. Yu., Kobylin A. M Svidotstvo pro reyestratsiyu avtorskoho prava na tvir №35350 «Spetsializovanyi prohramnyi kalkulyator «Interval-OPN» Avtorski maynovi prava nalezhat Universytetu bankivskoyi spravy Natsionalnoho banku Ukrainy. Data reyestratsiyi 13.10.2010.

Received 26.08.2013