

В. Ю. Дубницький, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Харківського інституту банківської справи Університету банківської справи Національного банку України
А. М. Кобилін, кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій Харківського інституту банківської справи Університету банківської справи Національного банку України
І. В. Шкодiна, доктор економічних наук, доцент кафедри економічної теорії Харківського інституту банківської справи Університету банківської справи Національного банку України

**ПРОГРАМНА СИСТЕМА
ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БАНКІВСЬКИХ ОПЕРАЦІЙ
ІЗ ЦІННИМИ ПАПЕРАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕСТАНДАРТНИХ
ІНТЕРВАЛЬНИХ АРИФМЕТИЧНИХ ОПЕРАЦІЙ**

Викладено зміст основних елементів програмної системи, призначеної для оцінювання ефективності банківських операцій. Розроблена програмна система дає змогу визначати ефективність конверсійних операцій, операцій з вексялями та з облігаціями. Для зменшення невизначеності результатів обчислень у програмі реалізовано нестандартну інтервальну арифметику.

Ключові слова: інтервальні обчислення; банківські операції; конверсійні операції; векселі; облігації; ефективність банківських операцій; програмне забезпечення.

The object of work is presentation of the contents of basic elements of a software system aimed to estimate banking operation efficiency. The developed software system enables definition of conversion operation efficiency, draft operation efficiency and bond operation efficiency. In order to reduce the uncertainty of calculation results non-standard interval arithmetic is inserted to software.

Key words: interval calculations; banking operations; conversion operations; drafts; bonds; banking operation efficiency; software.

Постановка проблеми. В умовах рецесії та уповільнення темпів економічного зростання, вилучення капіталів з інвестиційного ринку, низки банкрутств підприємств банківської сфери особливого значення набуває діяльність банків на фондовому ринку. Саме тут для комерційних банків виникає можливість отримати прибутки, адже на сучасному етапі цей ринок розвивається швидше за реальний сектор економіки.

Прийняття рішень щодо інвестування в цінні папери характеризуються неповнотою та нечіткістю вихідної інформації, обумовлені великим обсягом завдань і впливом багатьох зовнішніх чинників. В умовах нестохастично заданої невизначеності найефективніше застосовувати інтервальні обчислення. Саме для цього створено програмну систему для обчислення ефективності банківських операцій із цінними паперами з використанням нестандартних інтервальних арифметичних операцій. Вона призначена для виконання розрахунків з використанням нестандартних інтервальних арифметичних операцій з визначення ефективності конверсійних операцій банків та операцій із цінними паперами: вексялями, облігаціями й акціями.

© В. Ю. Дубницький, А. М. Кобилін, І. В. Шкодiна, 2014

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Перші результати застосування інтервальних обчислень до аналізу показників банківської діяльності викладено в праці [1], підсумок отриманих результатів подано в дослідженнях [2–4].

Використання нестандартних інтервальних арифметичних операцій у розробленій програмній системі суттєво збільшує точність результатів інтервальних операцій для розв'язання практичних задач в оцінюванні ефективності банківських операцій, які зазвичай мають нестохастичну невизначеність. У процесі обчислення ефективності банківських операцій із цінними паперами можуть виникнути дві ситуації. В першому випадку треба виконати ці обчислення в умовах повної поінформованості про їх значення. У другому випадку, наприклад у процесі побудови економетричної моделі, можна визначити статистичні характеристики спостережень, а саме: закони розподілу та оцінювання параметрів цих законів. У такому разі виникає статистична невизначеність параметрів. В умовах швидкоплинного зовнішнього економічного середовища важко робити якісь прогнози, що ґрунтуються на методах статистики. Можна лише визначити інтервал значень змінних, які входять до складу моделей економічних процесів. Таку невизначеність називають нестохастичною. У таких умовах результат розрахунків – це інтервал, в якому можна визначити вихідний результат обчислення. Сучасні методи інтервального аналізу мають досить розвинуті засоби для розв'язання багатьох задач, але спільний недолік цих методів – широкі інтервали, в межах яких перебувають оцінки результату обчислень, що не сприяє не лише проведенню практичних розрахунків, але й подальшому аналізу отриманих результатів.

Мета статті – розробка програмної системи, яка б забезпечувала виконання розрахунків у двох варіантах: 1) евклідова (класична) арифметика, яку необхідно використовувати на стадії аналізу діяльності банку за минулий плановий період; 2) використання нестандартних інтервальних операцій, що застосовуються на стадії планування діяльності фінансової установи в майбутньому плановому періоді.

Виклад основного матеріалу. Слід обрати таку схему обчислень, для якої вихідний інтервал буде якомога меншим. Існують два шляхи розв'язання цієї проблеми. Перший – зменшення інтервалу вхідних даних, що не завжди можливо. Другий – вибір схеми розрахунків, яка зменшує інтервал отриманого результату, використовуючи нестандартні інтервальні арифметичні операції. В рамках даної статті обрано другий варіант [5]. Ефективність цього варіанта як такого, що дає найменший інтервал з можливих, доведено в працях [3; 4].

Програма створена з використанням середовища програмування Microsoft Visual Studio 2012 мовою програмування C#.

У процесі роботи система визначає загальноприйняті показники: 1) ефективності конверсійних операцій: премія (дисконт) форвардного курсу; форвардна маржа курсу; ціна ф'ючерсного контракту; прибуток від реалізації опціонного контракту; 2) ефективності операцій з векселями: облікової ставки за векселем; суми сплати за векселем; суми для сплати пред'явнику векселя в момент урахування банком; суми для сплати за векселем у загальному випадку; загальної суми винагороди банку за авальований вексель; 3) ефективності операцій з облігаціями: прибутковості облігацій; купонної прибутковості облігацій; середньої норми доходу облігацій; поточної доходності облігацій; загальної прибутковості облігацій; прибутковості облігацій до моменту погашення; 4) ефективності операцій з акціями: прибутковості акцій; цінності акцій; рентабельності акцій.

Використання інтервальної арифметики дає змогу аналізувати ефективність банківських операцій банку із цінними паперами за будь-яких умов поінформованості про їх значення.

Фінансові інвестиції з метою отримання прибутку, збереження і примноження капіталу – обов'язковий вид діяльності в умовах ринкової економіки. Об'єкт купівлі-продажу на фондовому ринку – різноманітні види цінних паперів [5; 6]. Залежно від форми надання капіталу і способів виплати прибутку цінні папери поділяються на такі:

– боргові цінні папери (облігації, сертифікати тощо), які мають фіксовану процентну ставку та є зобов'язанням сплатити капітальну суму боргу на відповідну дату в майбутньому;

– неборгові папери (пайові цінні папери або акції) – безпосередній пай власника в реальній власності для отримання дивідендів необмежений час.

У процесі виконання розрахунків показників за банківськими операціями виникають дві ситуації. В першому випадку треба визначити ці показники в умовах повної поінформованості про їх значення. У другому випадку, наприклад у процесі прогнозування напрямків роботи, відомі лише їх інтервальні значення. Тому в програмній системі передбачено використання “звичайної”, евклідової арифметики та класичної інтервальної арифметики з нестандартними інтервальними арифметичними операціями.

Арифметичні дії з інтервальними числами виконують згідно з правилами класичної інтервальної арифметики [7; 8]:

$$A+B = [\underline{a}; \bar{a}] + [\underline{b}; \bar{b}] = [\underline{a}+\underline{b}; \bar{a}+\bar{b}]; \quad (1)$$

$$A-B = [\underline{a}; \bar{a}] - [\underline{b}; \bar{b}] = [\underline{a}-\bar{b}; \bar{a}-\underline{b}]; \quad (2)$$

$$A*B = [\underline{a}; \bar{a}] * [\underline{b}; \bar{b}] = [\min \underline{a}\times\underline{b}, \underline{a}\times\bar{b}, \bar{a}\times\underline{b}, \bar{a}\times\bar{b}, \max \underline{a}\times\underline{b}, \underline{a}\times\bar{b}, \bar{a}\times\underline{b}, \bar{a}\times\bar{b}]; \quad (3)$$

$$A/B = [\underline{a}; \bar{a}] / [\underline{b}; \bar{b}] = [\underline{a}; \bar{a}] \times [1/\bar{b}, 1/\underline{b}]; \quad 0 \notin b. \quad (4)$$

Ці правила обґрунтовано в [7; 8].

Сучасні методи інтервального аналізу, крім інтервальних арифметичних операцій, мають досить розвинуті засоби для розв’язання багатьох задач, але для складних систем застосування інтервального аналізу дає незадовільні результати через надмірну довжину розрахованих інтервалів. Найчастіше це виникає через те, що “песимістичні” оцінки точності виявляються гіршими, ніж реально досяжна точність результатів. Крім того, виникає природна суперечність між відносно великим діапазоном інтервальних значень, які відображають низьку точність відповідних значень, і чітким заданням меж інтервалів. Таким чином, спільний недолік цих методів – широкі інтервальні оцінки результату, що не сприяє не лише проведенню практичних розрахунків, але й подальшому аналізу даної моделі.

У програмній системі, яка містить спеціалізований калькулятор і функції для виконання банківських операцій із цінними паперами, використовуються нестандартні інтервально-арифметичні операції, котрі спрощують практичні розрахунки.

Згідно з [5] введемо розширену інтервально-арифметичну структуру $M = I R \{+, -, \times, /, +^-, -^-, \times^-, /^- \}$, де $I(R) = [a^-, a^+]$ | $a^- \in \mathbb{R}^+, a^+ \in \mathbb{R}^-$ – множина дійсних інтервалів; $(+, -, \times, /)$ і $(+^-, -^-, \times^-, /^-)$ – стандартні та нестандартні інтервальні операції додавання, віднімання, множення і ділення відповідно до дійсних інтервалів $A = [a^-, a^+]$, $B = [b^-, b^+]$.

Для програмної реалізації подано значення інтервальних чисел A і B у формі центр-радіуса $A = \langle a, r_a \rangle$, $B = \langle b, r_b \rangle$, де:

$$a = \frac{a^+ + a^-}{2}, \quad r_a = \frac{a^- - a^+}{2}, \quad b = \frac{b^+ + b^-}{2}, \quad r_b = \frac{b^- - b^+}{2}. \quad (5)$$

Центри та радіуси відповідно до інтервалів A і B [5].

Нестандартна інтервально-арифметична операція додавання визначається так:

$$A + B = \langle a + b, |r_a - r_b| \rangle. \quad (6)$$

Нестандартна інтервально-арифметична операція віднімання обчислюється так:

$$A - B = \langle a - b, |r_a - r_b| \rangle. \quad (7)$$

Нестандартна інтервально-арифметична операція множення визначається так:

$$A \times B = \langle ab - \operatorname{sgn}(ab)r_a r_b, |ar_b - \operatorname{sgn}(ab)br_a| \rangle, \text{ якщо } \frac{|a|}{r_a} \geq 1, \frac{|b|}{r_b} \geq 1; \quad (8)$$

$$A \times B = \langle ab - \operatorname{sgn}(b)ar_b, |br_a - \operatorname{sgn}(b)r_a r_b| \rangle, \text{ якщо } \frac{|a|}{r_a} < 1, \frac{|a|}{r_a} < \frac{|b|}{r_b}; \quad (9)$$

$$A \times B = \langle ab - \operatorname{sgn}(a)br_b, |ar_a - \operatorname{sgn}(a)r_b r_b| \rangle, \text{ якщо } \frac{|b|}{r_b} < 1, \frac{|a|}{r_a} \geq \frac{|b|}{r_b}. \quad (10)$$

Під час множення інтервалу на число використовується таке правило:

$$\mu \times a = \begin{cases} [\mu \times \underline{a}, \mu \times \bar{a}], & \text{якщо } \mu \geq 0, \\ [\mu \times \bar{a}, \mu \times \underline{a}], & \text{якщо } \mu < 0. \end{cases} \quad (11)$$

Нестандартна інтервально-арифметична операція ділення обчислюється так:

$$A / B = \frac{1}{b^2 - r_b^2} \langle ab - \operatorname{sgn}(ab)r_a r_b, |ar_b - \operatorname{sgn}(ab)br_a| \rangle, \text{ якщо } \frac{|b|}{r_b} > 1, \frac{|a|}{r_a} \geq 1; \quad (12)$$

$$A / B = \frac{1}{b^2 - r_b^2} \langle ab - \operatorname{sgn}(b)ar_b, |br_a - \operatorname{sgn}(b)r_a r_b| \rangle, \text{ якщо } \frac{|b|}{r_b} > 1, \frac{|a|}{r_a} < 1; \quad (13)$$

$$A / B = \frac{1}{b^2 - r_b^2} \langle ab - \operatorname{sgn}(a)br_b, |ar_b - \operatorname{sgn}(a)r_a r_b| \rangle, \text{ якщо } \frac{|b|}{r_b} < 1, \frac{|a|}{r_a} < 1. \quad (14)$$

Під час ділення інтервалу на число використовується таке правило:

$$\mu / a = \begin{cases} \left[\mu \times \frac{1}{\bar{a}}, \mu \times \frac{1}{\underline{a}} \right], & \text{якщо } \mu \geq 0, \\ \left[\mu \times \frac{1}{\underline{a}}, \mu \times \frac{1}{\bar{a}} \right], & \text{якщо } \mu < 0. \end{cases} \quad (15)$$

Програма для розрахунку обирається у відповідному вікні (рис. 1).

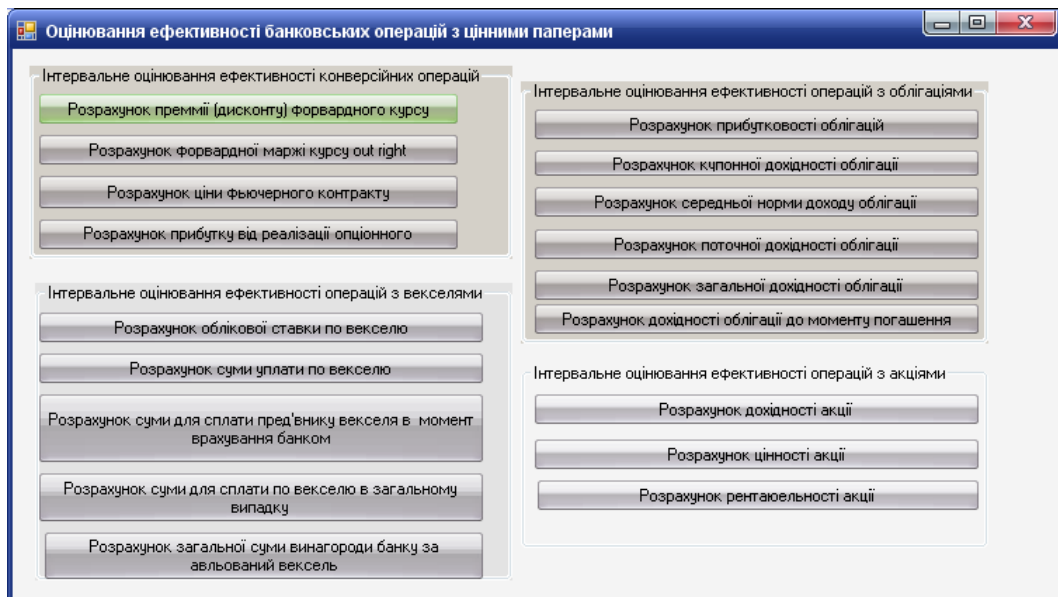


Рис. 1. Вибір програми для розрахунку

Оцінювання конверсійних операцій за допомогою різниці курсу попиту (bid) та пропозиції (offer), визначення дисконту за форвардним курсом, величиною валютного ф'ючерсу та прибутку від реалізації опціонного контракту.

Припустімо, що V/UAN курс будь-якої валюти відносно гривні.

Тоді:

$$V/UAN = (bid) - (offer). \quad (16)$$

В інтервальній формі:

$$[V/UAN] = [B] - [Of], \quad (17)$$

де: $[B]$ – інтервальне визначення величини (bid);

$[Of]$ – інтервальне визначення величини (offer).

Премія (дисконт) форвардного курсу outright може бути визначена за формулою:

$$ПД_{куп} = \frac{СК_{big} \times R_{ок} - R_{крб} \times n}{36000 + R_{крб} \times n}, \quad (18)$$

де: $ПД_{куп}$ – премія (дисконт) для форвардного курсу купівлі певної валюти;

$СК_{big}$ – spot-курс big для цієї валюти;

$R_{ок}$ – процентна ставка за міжбанківськими депозитами у валюті котирування;

$R_{крб}$ – процентна ставка за міжбанківськими кредитами у базовій валюті;

n – термін у днях, на який розраховують форвардний курс.

У найзагальнішому вигляді в інтервальній формі ця величина визначається за формулою:

$$[ПД_{куп}] = \frac{[CK_{big}] \times R_{ок} - [R_{спб}] \times n}{[36 \times 10^3, 36 \times 10^3] + [R_{спб}] \times [n]}. \quad (19)$$

Форвардний курс outright на купівлю валюти можна розрахувати за формулою в інтервальній формі:

$$[\Phi K_{big}] = [CK_{big}] + [ПД_{куп}]. \quad (20)$$

Приклад розрахунку наведено на рис. 2.

Форвардну маржу курсу outright визначають за формулою:

$$ПД_{прод} = \frac{CK_{offer} \times R_{спк} - R_{об} \times n}{36 \times 10^3 + R_{об} \times n}, \quad (21)$$

де: $ПД_{прод}$ – премія (дисконт) для форвардного курсу продажу певної валюти;

CK_{offer} – spot-курс offer для даної валюти;

$R_{спк}$ – процентна ставка за міжбанківськими кредитами у валюті котирування;

$R_{об}$ – процентна ставка за міжбанківськими депозитами у базовій валюті.

Форвардний курс outright можна визначити на продаж валюти за формулою в інтервальній формі:

$$[\Phi K_{offer}] = [CK_{offer}] + [ПД_{прод}]. \quad (22)$$

Приклад розрахунку форвардних курсів. Банк поточною датою встановив такі процентні ставки та спот-курс долара США до гривні:

- за депозитами в доларах США – 12 % річних;
- за кредитами у доларах США – 15 % річних;
- за депозитами у гривні – 25 % річних;
- за кредитами у гривні – 36 % річних;
- спот-курс купівлі долара США – 7,70;
- спот-курс продажу долара США – 7,9.

Визначте форвардний курс банку на купівлю і продаж за угодою через 3 місяці.

Приклад розрахунку з початковими даними в інтервальному вигляді наведено на рис. 2.

Ціну ф'ючерсного контракту визначають за формулою:

$$P_f = CK \times \frac{\left(1 + \frac{Rd}{1200}\right)^q}{\left(1 + \frac{Rn}{1200}\right)^q}, \quad (23)$$

де: P_f – ціна ф'ючерсного контракту;

CK – spot-курс іноземної валюти USD за UAN (гривню);

Rd – євродоларова річна відсоткова ставка, %;

Rn – річна відсоткова ставка у гривні, %;

q – термін дії контракту (місяці).

Рис. 2. Приклад розрахунку премії (дисконту) форвардного курсу і форвардної маржі з розрахованими форвардними курсами на купівлю і продаж валюти

В інтервальній формі вираз (23) має такий вигляд:

$$[P_f] = CK \times \frac{\left(1,1 + \frac{Rd}{1200,1200}\right)^q}{\left(1,1 + \frac{Rn}{1200,1200}\right)^q} \quad (24)$$

Приклад розрахунку наведено на рис. 3.

Прибуток від реалізації опціонного контракту визначається за формулою:

$$E = (ПК - PB) \times V - P, \quad (25)$$

де: E – величина прибутку;
 $ПК$ – поточний валютний курс;
 PB – ціна виконання операції;
 V – сума контракту;
 P – премія (вартість опціону).

В інтервальній формі вираз (25) має такий вигляд:

$$[E] = ([ПК] - [PB]) \times [V] - [P]. \quad (26)$$

Приклад розрахунку з початковими даними в інтервальному вигляді наведено на рис. 3.

Рис. 3. Приклад розрахунку ціни ф'ючерного контракту і прибутку від реалізації опціонного контракту

Інтервальне оцінювання банківських операцій з вексями виконують так. Нарухування суми дисконту за врахованими вексями обчислюється за формулою:

$$D = \frac{S \times r \times t}{n \times 100\%}, \quad (27)$$

де: S – номінальна сума вексяля;
 r – річна процентна ставка дисконту;
 t – строк у днях від дати врахування до дати погашення вексяля;
 n – кількість днів у році.

Сума, яку має сплатити пред'явник вексяля у момент його врахування банком, розраховується за формулою:

$$P = \left(1 - \frac{r \times t}{n \times 100\%}\right), \quad (28)$$

де: P – сума, що виплачується пред'явнику за врахований вексяль;
 S – номінальна вартість вексяля.

Дисконтна ставка за врахованими вексялями пов'язана із процентною ставкою за кредитними операціями і може розраховуватися за формулою:

$$D = \frac{R \times \frac{n}{360}}{1 + R \times \frac{n}{360}} \times \frac{360}{n} \times 100\%, \quad (29)$$

де: D – річна процентна ставка дисконту, %;
 R – річна відсоткова ставка за кредитами, %;
 n – кількість днів до погашення вексяля.

В інтервальній формі величину D визначають за формулою:

$$D = \frac{R}{1,1 + \left[\frac{n}{360}, \frac{n}{360} \right] \times R} \times 100 \% . \quad (30)$$

Суму, яку має сплатити пред'явник векселя у момент його врахування, визначають за формулою:

$$AP = NV \times \left(1 - D \times \frac{n}{360} \right), \quad (31)$$

де: AP – сума, яка виплачується пред'явнику за врахований вексель;
 NV – номінальна вартість векселя.

В інтервальній формі вираз (30) визначають так:

$$AP = TM \times \left(1,1 - D \times \left[\frac{n}{360}, \frac{n}{360} \right] \right). \quad (32)$$

Крім дисконту, за врахованими іногородніми векселями можуть утримуватися комісія, дамно і порто. Тому в загальному випадку розрахунок суми, яку має сплатити пред'явник векселя, може здійснюватися за формулою:

$$P = S \times \left(1 + \frac{r \times t}{n \times 100 \%} \right) \times \left(1 - \frac{d \times k}{n \times 100 \%} - v = g \right) - p, \quad (33)$$

де: P – сума, що виплачується пред'явнику за врахований вексель;
 S – номінальна сума векселя;
 r – процентна ставка, за якою нараховуються відсотки за номінальну суму векселя;
 d – дисконтна ставка, за якою розраховується дисконт і відсотки, що утримуються на користь банку;
 v – процентна ставка, за якою нараховується комісія;
 g – процентна ставка, за якою нараховується дамно;
 p – сума порто;
 n – кількість днів у році;
 k – кількість днів від дня врахування до дня платежу за векселем;
 t – кількість днів від дня, з якого нараховуються відсотки на номінальну суму векселя, до дня платежу за векселем.

Приклад. Банк урахував переказаний вексель на суму 35 000 грн за 60 днів до погашення за ставкою 18–18,3 % річних від одного з ПАТ. Необхідно визначити суму дисконту за векселем та суму, яку сплатить банк ПАТ за врахованим векселем. Яка фактична ставка дисконтного проценту за даною операцією? Розрахунок наведено на рис. 4.

Інтервальне обчислення дисконтної ставки за врахованими векселями		Значення інтервалів	
	Нижнє	Верхнє	
Річна процентна ставка	18	18,3	
Кількість днів до погашення векселя	60	60	
Нарахована сума дисконту	035,616438	2,8767123	
Сума сплати банком за вексель	3947,12328	64,383561	
Дисконтна ставка за врах. векселем	4,4844290	4,5030758	
Фактична ставка дисконт. проценту	18,5582735	18,857989	
<input type="button" value="Розрахувати дисконтну ставку по векселю"/> <input type="button" value="Закрити форму"/>			

Інтервальне обчислення суми дисконту за врахованими векселями		Значення інтервалів	
	Нижнє	Верхнє	
Номінальна сума векселя	35000	35000	
Річна процентна ставка дисконту	18	18,3	
Строк у днях від дати врахування до дати погашення векселя	60	60	
Кількість днів у році	365	365	
Нарахована сума дисконту	1035,616438	1052,8767123	
Сума сплати банком за вексель	33947,12328	33964,383561	
<input type="button" value="Розрахувати суму дисконту"/> <input type="button" value="Закрити форму"/>			

Рис. 4. Приклад розрахунку суми дисконту за врахований вексель і суми сплати банком за вексель

Інтервальне оцінювання прибутковості банківських операцій з облігаціями виконують так.

Для обчислення дохідності облігації використовують вираз:

$$MM = \frac{C + (FV - PV) / k}{(FV + PV) / 2}, \quad (34)$$

де: MM – норма дохідності облігації;
 FV – номінальна вартість облігації;
 PV – вартість придбання облігації;
 C – розмір купонного платежу;
 k – кількість періодів нарахування платежів.

Перепишемо (34) у такому вигляді:

$$MM = \frac{2}{k} \times \left(\frac{C \times k + FV - PV}{FV + PV} \right). \quad (35)$$

В інтервальному вигляді подамо (34) так:

$$MM = \left[\frac{2; 2}{k; k} \right] \times \frac{C \times k + FV - PV}{FV + PV}. \quad (36)$$

Поточну дохідність облігації визначають за формулою:

$$CM = \frac{C}{PV}. \quad (37)$$

В інтервальному вигляді вираз (37) визначають за формулою:

$$CM = \frac{C}{PV}. \quad (38)$$

Загальну дохідність облігації визначають за формулою:

$$GM = C + \frac{FV - PV}{K} \quad (39)$$

або:

$$GM = \frac{C \times K + FV - PV}{K \times PV}. \quad (40)$$

В інтервальному вигляді вираз (40) обчислюють так:

$$GM = \frac{C \times K; K + FV - PV}{K; K \times PV} \quad (41)$$

або:

$$GM = \frac{G_3}{PV_n \times K; PV_g \times K}. \quad (42)$$

Дохідність безкупонних облігацій визначають за формулою:

$$YTM = \frac{FV - PV}{PV} \times \frac{365}{n} \quad (43)$$

або:

$$YTM = \frac{FV - PV}{PV} \times \frac{365}{n},$$

то в інтервальному вигляді

$$YTM = \frac{FV - PV}{PV} \times \left[\frac{365}{n}; \frac{365}{n} \right]. \quad (44)$$

Приклад розрахункових операцій з облігаціями наведено на рис. 5.

Рис. 5. Приклад розрахунку банківських операцій з облігаціями

Дохідність акції визначається так. Дохід на акцію

$$ДА = \frac{ЧП - ДП}{N_{3A}} Ж, \quad (45)$$

де: $ДА$ – дохід на акцію;
 $ЧП$ – чистий прибуток;
 $ДП$ – дивіденди за привілейованими акціями;
 N_{3A} – кількість звичайних акцій.

В інтервальному вигляді вираз (45) подамо так:

$$ДА = \frac{ЧП - ДП}{N_{3A}; N_{3A}}. \quad (46)$$

Цінність акції в інтервальному вигляді визначають так:

$$ЦА = \frac{P_{ЦА}}{ДА}, \quad (47)$$

де: $P_{ЦА}$ – ринкова ціна акції.

Рентабельність акції в інтервальному вигляді визначають так:

$$РА = \frac{Див_A}{P_{ЦА}}, \quad (48)$$

де: $Див_A$ – дивіденди на одну акцію.

Дивідендний дохід ДД в інтервальному виді визначають так:

$$ДД = \frac{Див_A}{ДА}. \quad (49)$$

Програма має дружній інтерфейс і не потребує від користувача спеціальних знань.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Використання нестандартних інтервальних арифметичних операцій в аналізі, оцінюванні та прогнозуванні діяльності комерційних банків на фондовому ринку в умовах постійного збільшення цінних паперів на ринку України надає широкий спектр можливостей для сучасного інвестування. На основі проведеного дослідження показано, що за допомогою програмної системи для обчислення ефективності банківських операцій із цінними паперами з використанням нестандартних інтервальних арифметичних операцій можна не тільки виявити суттєвий зв'язок між ціною активу та різними фінансовими показниками, але й спрогнозувати ціну з такою точністю, яку комерційний банк вважає задовільною для того чи іншого фінансового інструменту. Для зменшення невизначеності результатів обчислень у програмі реалізована нестандартна інтервальна арифметика. Програма дає змогу визначати ефективність конверсійних операцій, операцій з векселями, операцій з облігаціями. До напрямків подальших розвідок слід зарахувати розробку спеціалізованих з даної тематики додатків до мобільних пристроїв і використання хмарних технологій (cloud computing).

Список використаних джерел:

1. Кобылин А. М. Интервальное вычисление эффективности конверсионных банковских операций и операций с ценными бумагами / А. М. Кобылин, В. Ю. Дубницкий, И. А. Супрун // Бизнес-информ. – 2005. – № 9–10. – С. 71–76.
2. Дубницкий В. Ю. Використання нестандартних інтервальних операцій для зменшення невизначеності у процесі виконання фінансових розрахунків / В. Ю. Дубницкий, А. М. Кобылин // Вісник університету банківської справи Національного банку України. – 2014. – № 1 (19). – С. 255–260.
3. Дубницкий В. Ю. Порівняльний аналіз результатів планування нормативів банківської безпеки засобами класичної та нестандартної арифметики / В. Ю. Дубницкий, А. М. Кобылин // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2014. – № 5 (69). – С. 29–33.
4. Дубницкий В. Ю. Решение обратной задачи интервального анализа поисковым методом / В. Ю. Дубницкий, А. М. Кобылин // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. – 2014. – № 1131. – С. 54–72.
5. Жуковская О. А. Исследование нестандартных интервальных арифметических операций / О. А. Жуковская // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2005. – № 2. – С. 106–116.
6. Васюренко О. В. Банківські операції / Васюренко О. В. – К. : Знання, 2004. – 324 с.
7. Алефельд Г. Введение в интервальные вычисления / Г. Алефельд, Ю. Херцбергер. – М. : Мир, 1987. – 259 с.
8. Шарый С. П. Конечномерный интервальный анализ / Шарый С. П. – Новосибирск : XYZ, 2010. – 601 с.