

ПЕРСПЕКТИВНА ДІАГНОСТИКА ФІНАНСОВОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА В СИТУАЦІЇ ІНТЕРВАЛЬНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ДАНИХ

Анотація. Викладено результати дослідження проблеми перспективної діагностики фінансового стану підприємства з використанням інструментарію інтервального аналізу. Основну увагу приділено питанню розрахунку інтервальних оцінок фінансових коефіцієнтів на основі даних прогнозного балансу з урахуванням взаємодії (залежності) між їх компонентами.

Ключові слова: перспективна діагностика, фінансовий стан підприємства, прогнозна фінансова звітність, фінансові коефіцієнти, інтервальний аналіз, теорія нечітких множин.

Вступ. Регулярне відстеження зовнішнього середовища та внутрішнього стану підприємства є обов'язковою складовою раціонального управління його діяльністю. Відповідно до фундаментальних характеристик сучасної економіки — складність структури, динамічність, високий ступінь конфліктності та невизначеності — першочергового значення для забезпечення стабільної роботи підприємства набуває, зокрема, перспективна фінансова діагностика, тобто діагностика його майбутнього фінансового стану на основі даних прогнозованої фінансової звітності.

Варто в цьому контексті зазначити, що складання й наступна аналітична оцінка прогнозованої фінансової звітності входить до складу обов'язкових структурних елементів системи бюджетування на підприємстві. Також непоодиноким нині є практика, коли в межах процедури кредитування у розпорядження банківської або іншої фінансово-кредитної установи з боку потенційного позичальника надаються прогнози фінансові звіти, які відображають очікувані фінансові результати підприємства протягом терміну позики.

Як наріжний камінь діяльності з перспективного фінансового діагностування виступає фактор невизначеності. За теперішнього часу існує арсенал математичних теорій, які дозволяють формалізувати невизначеність інформації: багатозначна логіка, теорія імовірностей, теорія суб'єктивних імовірностей, інтервальний аналіз, теорія нечітких множин, теорія нечіткої логіки, теорія нечітких мір та інтегралів тощо. Визначальною тенденцією сьогодення є бурхливий розвиток підходів на основі інтервального аналізу і теорії нечітких множин.

Впровадження інтервальної та нечітко-множинної методологій у теорію і практику фінансового аналізу продемонструвало їх виключну плідність для останнього. В цьому зв'язку окремої згадки заслуговує монографія іспанського професора А. М. Хіл Лафуенте [1], котра являє собою систематизоване висвітлення потенціалу названих підходів у фінансовому аналізі. Основну увагу в зазначеній роботі (що, власне, й становить її головну цінність) приділено складанню й аналітичній

обробці прогнозової фінансової звітності з інтервальними та нечіткими оцінками значень облікових статей. Комплексний розвиток результати розглядуваної монографії отримали в наступній праці А. М. Хіл Лафуенте [2].

Фундаментальні здобутки у сфері господарської і фінансової діагностики з використанням методів нечітких множин належать російському вченому О. О. Недосекіну. Зокрема, в 1999-му році ним спільно з О. Б. Максимовим був розроблений комплексний (інтегральний) показник фінансового стану підприємства [3], котрий ґрунтується на формалізмі нечіткого класифікатора і будується як згортка якісних оцінок значень часткових (деталізованих) фінансових коефіцієнтів, на відміну від традиційної методології, за якої знаходять згортку самих значень часткових показників, що, окрім іншого, супроводжується методологічною некоректністю, пов'язаною із різнорозмірністю у загальному випадку коефіцієнтів різних груп.

Поряд з названими науковцями відчутний внесок у становлення та розвиток інтервальної та нечітко-множинної методології в межах проблематики економіки підприємства в цілому, і фінансового аналізу, зокрема, зробили Дж. Баклі, Дж. Бояджієв, К. Зопоунідіс, А. Кофман, Х. Хіл Алуха, Г.-Й. Циммерман, А. П. Вошинін, В. В. Домбровський, Д. В. Давидов, П. В. Севаст'янов, Л. Г. Димова, В. П. Бочарников, О. С. Птускін, Ю. П. Зайченко, Б. О. Железко, В. В. Вітлінський, П. М. Дерев'янка, С. М. Авдеєнко та ін. [4—22].

Постановка задачі. Незважаючи на наявність сьогодні ґрунтовних досліджень, присвячених задачам господарської і фінансової діагностики з використанням інструментарію інтервального аналізу та нечітких множин, для цієї проблематики залишається низка важливих питань, що характеризуються недостатньою увагою з боку вчених і все ще чекають на своє ефективне розв'язання. Серед них — питання знаходження фінансових коефіцієнтів за статтями прогнозової фінансової звітності, які представлені інтервальними оцінками, з урахуванням взаємодії (зв'язку) між компонентами цих коефіцієнтів.

Раніше [23, 24] нами був сформульований підхід, у якому здійснено спробу розв'язання означеної проблеми для фінансових коефіцієнтів, що визначаються за статтями балансу підприємства (скорочено називатимемо їх балансовими). Наступний аналіз запропонованого підходу показав необхідність його доопрацювання. Це й взято за мету даної роботи.

Результати. У найзагальнішій ситуації компоненти балансового коефіцієнта (тобто його чисельник і знаменник) можуть включати одночасно позиції (статті) активу та пасиву балансу. З рівняння балансу випливає відповідна взаємодія між компонентами такого коефіцієнта. Звідси загальна модель розрахунку інтервальної оцінки балансового коефіцієнта може бути сформульована так:

$$\underline{K}^{4AP} = \frac{A_1 - A_3 + A_5 - A_6 + A_7 - A_8 + P_1 - P_3 + P_5 - P_6 + P_7 - P_8 + 0 * A_9}{A_2 - A_4 + A_5 - A_6 - A_7 + A_8 + P_2 - P_4 + P_5 - P_6 - P_7 + P_8 + 0 * P_9} \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\overline{K}^{4AP} = \frac{A_1 - A_3 + A_5 - A_6 + A_7 - A_8 + P_1 - P_3 + P_5 - P_6 + P_7 - P_8 + 0 * A_9}{A_2 - A_4 + A_5 - A_6 - A_7 + A_8 + P_2 - P_4 + P_5 - P_6 - P_7 + P_8 + 0 * P_9} \rightarrow \max \quad (2)$$

за обмежень

$$\sum_{i=1}^9 A_i = \sum_{j=1}^9 P_j, \quad (3)$$

$$A_i \in [\underline{A}_i, \overline{A}_i], i = \overline{1, 9}, \quad (4)$$

$$P_j \in [\underline{P}_j, \overline{P}_j], j = \overline{1, 9}, \quad (5)$$

де $\underline{K}^{4AP}, \overline{K}^{4AP}$ — відповідно мінімальне та максимальне значення в межах інтервальної оцінки шуканого балансового коефіцієнта, компоненти (чисельник, знаменник) якого можуть містити одночасно позиції активу та пасиву балансу (є 4AP-взаємодіючими); A_1, P_1 — значення агрегату відповідно активу та пасиву балансу в межах його інтервальної оцінки, котрий входить як доданок лише до чисельника шуканого коефіцієнта; A_2, P_2 — значення агрегату відповідно активу та пасиву балансу в межах його агрегатної оцінки, котрий входить як доданок лише до знаменника шуканого коефіцієнта; A_3, P_3 — значення агрегату відповідно активу та пасиву балансу в межах його інтервальної оцінки, котрий входить як від'ємник лише до чисельника шуканого коефіцієнта; A_4, P_4 — значення агрегату відповідно активу та пасиву балансу в межах його інтервальної оцінки, котрий входить як від'ємник лише до знаменника шуканого коефіцієнта; A_5, P_5 — значення агрегату відповідно активу та пасиву балансу в межах його інтервальної оцінки, котрий входить як доданок одночасно до чисельника і знаменника шуканого коефіцієнта; A_6, P_6 — значення агрегату відповідно активу та пасиву балансу в межах його інтервальної оцінки, котрий входить як від'ємник одночасно до чисельника і знаменника шуканого коефіцієнта; A_7, P_7 — значення агрегату відповідно активу та пасиву балансу в межах його інтервальної оцінки, котрий входить до чисельника шуканого коефіцієнта як доданок, а до знаменника — як від'ємник; A_8, P_8 — значення агрегату відповідно активу та пасиву балансу в межах його інтервальної оцінки, котрий входить до чисельника шуканого коефіцієнта як від'ємник, а до знаменника — як доданок; A_9, P_9 — значення агрегату відповідно активу та пасиву балансу в межах його інтервальної оцінки, що утворений статтями, котрі не ввійшли до попередніх агрегатів; $\underline{A}_i, \overline{A}_i, i = \overline{1, 9}$ — відповідно мінімальне та максимальне значення в межах інтервальної оцінки i -го агрегату активу балансу; $\underline{P}_j, \overline{P}_j, j = \overline{1, 9}$ — відповідно мінімальне та максимальне значення в межах інтервальної оцінки j -го агрегату пасиву балансу.

Для мінімального і максимального значень інтервальних оцінок агрегатів балансу мають виконуватися такі рівності:

$$\sum_{i=1}^9 \underline{A}_i = \sum_{j=1}^9 \underline{P}_j = \underline{S}, \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^9 \overline{A}_i = \sum_{j=1}^9 \overline{P}_j = \overline{S}, \quad (7)$$

де $\underline{S}, \overline{S}$ — відповідно мінімальне та максимальне значення в межах інтервальної оцінки валюти балансу.

Позначимо через $B_i^A, i = \overline{1, 9}$ та $B_j^P, j = \overline{1, 9}$ множини, елементами яких є статті відповідно активу і пасиву балансу за якими обчислюються агрегати відповідно $A_i, i = \overline{1, 9}$ та $P_j, j = \overline{1, 9}$. Згідно з принципом формування агрегатів $A_i, i = \overline{1, 9}$ і $P_j, j = \overline{1, 9}$ перетин кожного набору множин відповідно $B_i^A, i = \overline{1, 9}$ та $B_j^P, j = \overline{1, 9}$ є пустою множиною, тобто

$$\bigcap_{i=1}^9 B_i^A = \emptyset, \quad (8)$$

$$\bigcap_{j=1}^9 B_j^P = \emptyset. \quad (9)$$

Очевидно, що модель (1—5) має великий запас «потужності». В тому розумінні, що її застосування до деякого балансового коефіцієнта, з розряду загальноновжуваних, потребуватиме використання лише кількох структурних елементів (агрегатів) моделі з усієї їх кількості. Зреалізована в пропонованій моделі універсальність дозволяє відобразити спільний для різних балансових коефіцієнтів принцип їх інтервального оцінювання, що полягає у розбитті множин статей активу і пасиву балансу на підмножини, які утворюють відповідні агрегати, і врахуванні для останніх балансового рівняння в межах розрахунку шуканих інтервальних оцінок. У цьому сенсі модель (1—5) має передусім теоретичне значення.

У сукупності балансових коефіцієнтів залежно від характеру зв'язку між їх компонентами (чисельником і знаменником) окрім найзагальнішого випадку $4AP$ -взаємодії (див. зауваження вище) можна виділити три групи або класи:

- перша група містить коефіцієнти, для яких один з компонентів утворюється комбінацією операцій додавання та віднімання агрегатів у частині статей одночасно активу та пасиву балансу, а другий — лише активу або пасиву. Назвемо компоненти коефіцієнтів цієї групи $3AP$ -взаємодіючими;

- другу групу складають коефіцієнти, для яких один з компонентів утворюється комбінацією операцій додавання та віднімання агрегатів у частині статей лише активу балансу, а другий — лише пасиву. Згідно з прийнятою логікою компонентів цих коефіцієнтів означимо як $2AP$ -взаємодіючі;

- до третьої групи входять коефіцієнти, для яких обидва компоненти утворюються комбінацією операцій додавання та віднімання агрегатів в частині статей лише активу або лише пасиву балансу. Компоненти таких коефіцієнтів називатимемо AP -взаємодіючими. Як окремий випадок коефіцієнтів даної групи виступають коефіцієнти, чисельник яких взаємодіє із знаменником як комбінація операцій додавання та віднімання агрегатів лише активу або лише пасиву та валюта балансу відповідно. Їх компоненти означимо як APS -взаємодіючі.

У багатьох випадках структура балансових коефіцієнтів є такою, що їх знаходження може бути зведене до арифметичних операцій над кінцями інтервальних оцінок відповідних вихідних параметрів (агрегатів). Дослідимо це питання докладніше, обмежившись деякими частковими випадками коефіцієнтів у межах сформульованих вище груп.

Нехай потрібно оцінити різновид коефіцієнта з $3AP$ -взаємодіючими компонентами, який у межах моделі (1—5) визначається такою двійкою оптимізаційних задач:

$$\underline{K}^{3AP} = \frac{A_5 - P_3 + 0 * A_9}{A_5 + 0 * P_9} \rightarrow \min, \quad (10)$$

$$\overline{K}^{3AP} = \frac{A_5 - P_3 + 0 * A_9}{A_5 + 0 * P_9} \rightarrow \max, \quad (11)$$

за обмежень

$$A_5 + A_9 = P_3 + P_9, \quad (12)$$

$$A_5 \in [\underline{A}_5, \bar{A}_5], \quad (13)$$

$$A_9 \in [\underline{A}_9, \bar{A}_9], \quad (14)$$

$$P_3 \in [\underline{P}_3, \bar{P}_3], \quad (15)$$

$$P_9 \in [\underline{P}_9, \bar{P}_9], \quad (16)$$

де $\underline{K}^{3AP}$, $\bar{K}^{3AP}$ — відповідно мінімальне і максимальне значення в межах інтервальної оцінки балансового коефіцієнта з 3AP-взаємодіючими компонентами.

Якщо $\underline{A}_5 + \bar{A}_9 \geq \bar{P}_3 + \underline{P}_9$, тоді $\underline{K}^{3AP} = \frac{\underline{A}_5 - \bar{P}_3}{\underline{A}_5}$; якщо $\bar{A}_5 + \underline{A}_9 \leq \underline{P}_3 + \bar{P}_9$, тоді

$\bar{K}^{3AP} = \frac{\bar{A}_5 - \underline{P}_3}{\bar{A}_5}$. При цьому припускається, що $\underline{A}_5 > 0$, $\underline{P}_3 \geq 0$, $\underline{A}_5 \leq \bar{A}_5$, $\underline{P}_3 \leq \bar{P}_3$.

Звернемося тепер до коефіцієнтів з 2AP-взаємодіючими компонентами. Конкретно, розглянемо їх різновид, котрий у межах моделі (1—5) задається наступною двійкою оптимізаційних задач:

$$\underline{K}^{2AP} = \frac{A_1 + 0 \cdot A_9}{P_2 + 0 \cdot P_9} \rightarrow \min, \quad (17)$$

$$\bar{K}^{2AP} = \frac{A_1 + 0 \cdot A_9}{P_2 + 0 \cdot P_9} \rightarrow \max, \quad (18)$$

за обмежень

$$A_1 + A_9 = P_2 + P_9, \quad (19)$$

$$A_1 \in [\underline{A}_1, \bar{A}_1], \quad (20)$$

$$A_9 \in [\underline{A}_9, \bar{A}_9], \quad (21)$$

$$P_2 \in [\underline{P}_2, \bar{P}_2], \quad (22)$$

$$P_9 \in [\underline{P}_9, \bar{P}_9], \quad (23)$$

де $\underline{K}^{2AP}$, $\bar{K}^{2AP}$ — відповідно мінімальне і максимальне значення в межах інтервальної оцінки балансового коефіцієнта з 2AP-взаємодіючими компонентами.

Як і в попередньому випадку, для певних співвідношень між граничними значеннями інтервальних оцінок агрегатів A_1 , A_9 , P_2 , P_9 розрахунок кінців шуканої інтервальної оцінки $\underline{K}^{2AP}$ і $\bar{K}^{2AP}$ може бути спрощений. А саме, якщо $\underline{A}_1 + \bar{A}_9 \geq \bar{P}_2 + \underline{P}_9$, тоді $\underline{K}^{2AP} = \underline{A}_1 / \bar{P}_2$; якщо $\bar{A}_1 + \underline{A}_9 \leq \underline{P}_2 + \bar{P}_9$, тоді $\bar{K}^{2AP} = \bar{A}_1 / \underline{P}_2$. При цьому припускається, що $\underline{A}_1 \geq 0$, $\underline{P}_2 > 0$, $\underline{A}_1 \leq \bar{A}_1$, $\underline{P}_2 \leq \bar{P}_2$.

Балансові коефіцієнти з APS-взаємодіючими компонентами також можуть бути оцінені шляхом прямого розрахунку, на основі арифметичних операцій над кін-

цями інтервальних оцінок відповідних агрегатів. Наприклад, для найпростішого різновиду таких коефіцієнтів інтервальна оцінка може бути визначена наступним чином (без обмеження рівня загальності вирази, що наводяться нижче, формулюються для коефіцієнтів, компоненти яких визначаються за статтями пасиву балансу):

$$\underline{K}^{APS} = \frac{\underline{P}_5}{\underline{P}_2 + \underline{P}_5}, \quad (24)$$

$$\overline{K}^{APS} = \frac{\overline{P}_5}{\underline{P}_2 + \overline{P}_5}, \quad (25)$$

де $\underline{K}^{APS}$, $\overline{K}^{APS}$ — відповідно мінімальне і максимальне значення для інтервальної оцінки балансового коефіцієнта з APS-взаємодіючими компонентами.

Дійсно, якщо припустити, що $\underline{P}_2 \geq 0$, $\underline{P}_5 \geq 0$, $\underline{P}_2 \leq \overline{P}_2$, $\underline{P}_5 \leq \overline{P}_5$, $\underline{P}_2 + \underline{P}_5 > 0$, $\underline{P}_2 \in [\underline{P}_2, \overline{P}_2]$, $\underline{P}_5 \in [\underline{P}_5, \overline{P}_5]$, тоді справедливе співвідношення:

$$\frac{\underline{P}_5}{\underline{P}_2 + \underline{P}_5} \leq \frac{\underline{P}_5}{\underline{P}_2 + \underline{P}_5} \leq \frac{\overline{P}_5}{\underline{P}_2 + \overline{P}_5}, \quad (26)$$

звідки й випливають наведені вище розрахункові вирази.

Розглянемо використання запропонованого підходу на умовному прикладі.

Оцінювання можливих результатів діяльності ТОВ «Млин» у плановому році дозволило побудувати прогнозний баланс з інтервальними оцінками позицій активу і пасиву, який репрезентовано у табл. 1.

Таблиця 1

ПРОГНОЗНИЙ БАЛАНС ТОВ «МЛИН» НА КІНЕЦЬ ПЛАНОВОГО РОКУ, ТИС. ГРН

Актив	Умовне позначення елемента активу	Інтервальна оцінка суми за даною позицією	Пасив	Умовне позначення елемента пасиву	Інтервальна оцінка суми за даною позицією
1. Основні засоби та інші необоротні активи	a_1	[35001.0, 36315.3]	1. Власний капітал	p_1	[30218.2, 34212.1]
2. Оборотні активи, в т. ч.	a_2	[3375.5, 7975.1]			
2.1. Запаси та витрати	a_{21}	[1075.0, 2066.6]	2. Забезпечення поточних витрат і платежів	p_2	[0, 0]
2.2. Дебіторська заборгованість	a_{22}	[2019.9, 5388.1]	3. Довгострокові зобов'язання	p_3	[4642.7, 5309.2]
2.3. Поточні фінансові інвестиції	a_{23}	[0, 0]			
2.4. Грошові кошти та їх еквіваленти	a_{24}	[280.6, 520.4]	4. Поточні зобов'язання	p_4	[3517.1, 4771.3]
3. Витрати майбутніх періодів	a_3	[1.5, 2.2]	5. Доходи майбутніх періодів	p_5	[0, 0]
Баланс	S	[38378.0, 44292.6]	Баланс	S	[38378.0, 44292.6]

Потрібно оцінити окремі аспекти фінансового стану підприємства на кінець планового року, розрахувавши на основі даних прогнозного балансу такі коефіцієнти:

— коефіцієнт автономії (K_1) — відношення власного капіталу до валюти балансу;

— коефіцієнт забезпеченості оборотних активів власними коштами — відношення власних оборотних активів (робочого капіталу) до всієї величини оборотних активів. Розрахунок власних оборотних активів може бути здійснений двома шляхами. Згідно з першим вони визначаються як різниця між оборотними активами і короткостроковими зобов'язаннями. За другого підходу власні оборотні активи розраховуються як різниця між сумою власного капіталу і довгострокових зобов'язань та необоротних активів. У межах викладених двох способів розрахунку власних оборотних активів позначимо розглядуваний коефіцієнт через K_{21} та K_{22} відповідно;

— коефіцієнт поточної ліквідності або коефіцієнт покриття (K_3) — відношення оборотних активів до короткострокових (поточних) зобов'язань;

— коефіцієнт проміжної ліквідності або проміжний коефіцієнт покриття (K_4) — відношення суми грошових коштів, поточних фінансових інвестицій і поточної дебіторської заборгованості до короткострокових зобов'язань;

— коефіцієнт абсолютної ліквідності (K_5) — відношення величини грошових коштів і поточних фінансових інвестицій до короткострокових зобов'язань.

У межах виконання поставленого завдання і використання моделі (1—5) необхідно визначити структуру агрегатів активу і пасиву балансу, що входять до розрахунку зазначених вище коефіцієнтів. Її унаочнено у табл. 2.

Таблиця 2

СТРУКТУРА АГРЕГАТИВ АКТИВУ І ПАСИВУ БАЛАНСУ
ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ФІНАНСОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ

№ п/п	Назва коефіцієнта	Елементи активу балансу						Елементи пасиву балансу						Валюта балансу S
		a_1	a_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}	a_3	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	
1	Коефіцієнт автономії	+	+	+	+	+	+	+	P_5	P_2	P_2	P_2	P_2	A_9
2.1	Коефіцієнт забезпеченості оборотних активів власними коштами (1-й підхід)	A_9	A_5	+	+	+	+	A_9	P_9	P_9	P_9	P_3	P_9	—
2.2	Коефіцієнт забезпеченості оборотних активів власними коштами (2-й підхід)	A_3	A_2	+	+	+	+	A_9	P_1	P_9	P_1	P_9	P_9	—
3	Коефіцієнт поточної ліквідності	A_9	A_1	+	+	+	+	A_9	P_9	P_9	P_9	P_2	P_9	—
4	Коефіцієнт проміжної ліквідності	A_9	A_9	A_9	A_1	A_1	A_1	A_9	P_9	P_9	P_9	P_2	P_9	—
5	Коефіцієнт абсолютної ліквідності	A_9	A_9	A_9	A_9	A_1	A_1	A_9	P_9	P_9	P_9	P_2	P_9	—

В окремії клітинці робочого поля табл. 2 вказується агрегат, до складу якого входить відповідний елемент балансу під час розрахунку відповідного фінансового коефіцієнта. При цьому символ «+» у робочій клітинці означає, що даний елемент уже враховано в межах елемента більш високого рівня агрегування, а символ «-» — що цей елемент не використовується для розрахунку аналізованого коефіцієнта.

Спираючись на відомості табл. 2 можна сформулювати розрахункові моделі та знайти інтервальні оцінки розглядуваних фінансових коефіцієнтів. У результаті отримуємо таке (згідно з прийнятим вище мінімальне і максимальне значення для інтервальних оцінок коефіцієнтів позначатимемо символами відповідно $\underline{K}_l$ та $\overline{K}_l$, у той час як самі інтервальні оцінки коефіцієнтів позначимо через K_l^I , $l \in \{1, 21, 22, 3, 4, 5\}$).

1. Коефіцієнт автономії являє собою різновид коефіцієнтів з *APS*-взаємодіючими компонентами, розглянутий вище. Його інтервальна оцінка може бути знайдена за допомогою аналітичних виразів:

$$\underline{K}_1 = \frac{30218.2}{10080.5 + 30218.2} = 0.750, \quad \overline{K}_1 = \frac{34212.1}{8159.8 + 34212.1} = 0.807,$$

тобто $K_1^I = [0.750, 0.807]$. Це дозволяє характеризувати прогнозний рівень фінансової автономії ТОВ «Млин» як дуже високий.

2. Інтервальну оцінку коефіцієнта забезпеченості оборотних активів власними коштами в межах першого способу його розрахунку як і оцінку коефіцієнта автономії можна визначити, звернувшись до відповідних аналітичних виразів:

$$\underline{K}_{21} = \frac{3375.5 - 4771.3}{3375.5} = -0.41351, \quad \overline{K}_{21} = \frac{7975.1 - 3517.1}{7975.1} = 0.55899,$$

тобто $K_{21}^I = [-0.41351, 0.55899]$. Звідси, можливе значення рівня забезпеченості оборотних активів власними коштами на кінець планового року для ТОВ «Млин» характеризується високим ступенем невизначеності і коливається від дуже низького до дуже високого.

3. Для другого способу розрахунку коефіцієнта забезпеченості оборотних активів власними коштами його інтервальне оцінювання може бути виконане лише на основі розв'язання двійки оптимізаційних задач:

$$\underline{K}_{22} = \frac{P_1 - A_3 + 0 \cdot A_9}{A_2 + 0 \cdot P_9} \rightarrow \min, \quad (27)$$

$$\overline{K}_{22} = \frac{P_1 - A_3 + 0 \cdot A_9}{A_2 + 0 \cdot P_9} \rightarrow \max, \quad (28)$$

за обмежень

$$A_2 + A_3 + A_9 = P_1 + P_9, \quad (29)$$

$$A_2 \in [3375.5, 7975.1], \quad (30)$$

$$A_3 \in [35001.0, 36315.3], \quad (31)$$

$$A_9 \in [1.5, 2.2], \quad (32)$$

$$P_1 \in [34860.9, 39521.3], \quad (33)$$

$$P_9 \in [3517.1, 4771.3]. \quad (34)$$

Для першої оптимізаційної задачі (на мінімум) отримуємо розв'язок: $A_2^* = \underline{A}_2 = 3375.5$, $A_3^* = 36255.2 \in [35001.0, 36315.3]$, $P_1^* = \underline{P}_1 = 34860.9$, звідки

$$\underline{K}_{22} = \frac{34860.9 - 36255.2}{3375.5} = -0.41306.$$

Для другої оптимізаційної задачі (на максимум) має місце розв'язок: $A_2^* = \bar{A}_2 = 7975.1$, $A_3^* = \underline{A}_3 = 35001.0$, $P_1^* = 39461.1 \in [34860.9, 39521.3]$, звідки

$$\bar{K}_{22} = \frac{39461.1 - 35001.0}{7975.1} = 0.55927.$$

Таким чином $K_{22}^I = [-0.41306, 0.55927]$. Отже, інтервальні оцінки коефіцієнтів K_{21} і K_{22} практично збігаються. Відповідно, для якісної інтерпретації останньої зберігає свою справедливість усе зазначене вище стосовно прогнозової оцінки для K_{21} .

4. Усі коефіцієнти ліквідності — поточної, проміжної, абсолютної — за своєю структурою є різновидом коефіцієнтів з *APS*-взаємодіючими компонентами і відповідно до умови прикладу їх інтервальні оцінки можуть бути розраховані за допомогою аналітичних співвідношень:

$$\underline{K}_3 = \frac{3375.5}{4771.3} = 0.707, \quad \bar{K}_3 = \frac{7975.1}{3517.1} = 2.268,$$

$$\underline{K}_4 = \frac{2300.5}{4771.3} = 0.482, \quad \bar{K}_4 = \frac{5908.5}{3517.1} = 1.680,$$

$$\underline{K}_5 = \frac{280.6}{4771.3} = 0.059, \quad \bar{K}_5 = \frac{520.4}{3517.1} = 0.148,$$

тобто $K_3^I = [0.707, 2.268]$, $K_4^I = [0.482, 1.680]$, $K_5^I = [0.059, 0.148]$. Такі значення дають підстави оцінити перспективну ліквідність ТОВ «Млин» наступним чином:

— можливе значення поточної ліквідності для аналізованого підприємства знаходиться в діапазоні від низького до високого рівня, при цьому середньоочікуване значення інтервальної оцінки коефіцієнта поточної ліквідності відповідає її нормальному (середньому) рівню;

— як і в попередньому випадку, припустимі значення проміжної ліквідності на кінець планового року для ТОВ «Млин» попадають у проміжок від низького до дуже високого рівня, із середньоочікуваним значенням на рівні, близькому до високого;

— дещо гіршим, ніж для поточної і проміжної ліквідності, є прогноз щодо абсолютної ліквідності підприємства. Можливе значення відповідного коефіцієнта на кінець планового року коливається від низького до середнього рівня, із середньоочікуваним значенням на проміжному між низьким і середнім рівні.

Закономірний інтерес являє порівняння результатів інтервального оцінювання балансових коефіцієнтів за допомогою пропонованого в роботі підходу, з одного боку, і в ситуації використання стандартних правил інтервальної арифметики, в

межах яких врахування взаємодії між компонентами коефіцієнтів не передбачається, з другого боку.

Нехай X та Y — довільні інтервали, тобто $X = [\underline{X}, \bar{X}]$, $Y = [\underline{Y}, \bar{Y}]$, де $\underline{X}, \bar{X}$ — відповідно мінімальне і максимальне значення в межах інтервалу X ; $\underline{Y}, \bar{Y}$ — відповідно мінімальне і максимальне значення в межах інтервалу Y . Тоді довільна арифметична операція $@ \in \{+, -, *, /\}$ над інтервалами X і Y у разі стандартної методології може бути записана так [15]:

$$X @ Y = [\min \{ \underline{X} @ \underline{Y}, \underline{X} @ \bar{Y}, \bar{X} @ \underline{Y}, \bar{X} @ \bar{Y} \}, \max \{ \underline{X} @ \underline{Y}, \underline{X} @ \bar{Y}, \bar{X} @ \underline{Y}, \bar{X} @ \bar{Y} \}]. \quad (35)$$

Відповідно, для конкретних арифметичних операцій мають місце формули:

$$X + Y = [\underline{X} + \underline{Y}, \bar{X} + \bar{Y}]; \quad (36)$$

$$X - Y = [\underline{X} - \bar{Y}, \bar{X} - \underline{Y}]; \quad (37)$$

$$X * Y = [\min \{ \underline{X} * \underline{Y}, \underline{X} * \bar{Y}, \bar{X} * \underline{Y}, \bar{X} * \bar{Y} \}, \max \{ \underline{X} * \underline{Y}, \underline{X} * \bar{Y}, \bar{X} * \underline{Y}, \bar{X} * \bar{Y} \}]; \quad (38)$$

$$X / Y = X * (1 / Y), \text{ де } 1 / Y = [1 / \bar{Y}, 1 / \underline{Y}], \quad (39)$$

при цьому передбачається, що інтервал Y не містить нуля.

Для даних аналізованого вище прикладу застосування стандартних правил інтервальної арифметики дозволяє отримати таке.

1. Можливі значення коефіцієнта автономії коливаються в межах:

$$K_1^I = \frac{[30218.2, 34212.1]}{[38378.0, 44292.6]} = [0.682, 0.891].$$

2. Інтервальні оцінки коефіцієнта забезпеченості оборотних активів власними коштами в межах відповідно першого і другого способу розрахунку визначаються співвідношеннями:

$$K_{21}^I = \frac{[3375.5, 7975.1] - [3517.1, 4771.3]}{[3375.5, 7975.1]} = [-0.41351, 1.32069],$$

$$K_{22}^I = \frac{[30218.2, 34212.1] + [4642.7, 5309.2] - [35001.0, 36315.3]}{[3375.5, 7975.1]} = [-0.43087, 1.33915],$$

тобто $K_{21}^I = [-0.41351, 1.32069]$, $K_{22}^I = [-0.43087, 1.33915]$.

3. Результати оцінювання коефіцієнтів поточної, проміжної і абсолютної ліквідності виражають інтервали:

$$K_3^I = \frac{[3375.5, 7975.1]}{[3517.1, 4771.3]} = [0.707, 2.268], \quad K_4^I = \frac{[2300.5, 5908.5]}{[3517.1, 4771.3]} = [0.482, 1.680],$$

$$K_5^I = \frac{[280.6, 520.4]}{[3517.1, 4771.3]} = [0.059, 0.148].$$

Як бачимо, для коефіцієнтів ліквідності результати їх розрахунку в межах порівнюваних методів збігаються. Водночас, для інтервальних оцінок коефіцієнта автономії і коефіцієнта забезпеченості оборотних активів власними коштами, що

знайдені з використанням стандартних правил інтервальної арифметики, спостерігається відчутна переоцінка невизначеності, тобто завищення довжини отриманих інтервалів, порівняно з їх розрахунком за допомогою альтернативного підходу.

Уникаючи детального аналізу структури зазначеної переоцінки невизначеності, яка в цілому є результатом неврахування зв'язків між компонентами оцінюваних коефіцієнтів, проведемо її кількісне вимірювання. Застосуємо для цього відповідний коефіцієнт, котрий зручно називати коефіцієнтом переоцінки невизначеності (k_l^{oe}). Його слід розраховувати за формулою:

$$k_l^{oe} = \frac{d_l^s - d_l^r}{d_l^r}, \quad l \in \{1, 21, 22, 3, 4, 5\}, \quad (40)$$

де d_l^s , d_l^r – довжина інтервальної оцінки l -го фінансового коефіцієнта, отриманої за допомогою стандартних правил інтервальної арифметики і пропонованого альтернативного методу відповідно.

Для коефіцієнтів автономії і забезпеченості оборотних активів власними коштами, невизначеність яких виявилася найбільш переоціненою, коефіцієнт переоцінки невизначеності дорівнює:

$$k_1^{oe} = \frac{0.209 - 0.057}{0.057} = 2.67, \quad k_{21}^{oe} = \frac{1.73420 - 0.97250}{0.97250} = 0.78,$$
$$k_{22}^{oe} = \frac{1.77002 - 0.97233}{0.97233} = 0.82.$$

Знайдені значення коефіцієнта переоцінки невизначеності показують, що в разі використання стандартної інтервальної арифметики невизначеність, пов'язана із коефіцієнтом автономії, переоцінюється більш ніж на 265 %, а для коефіцієнта забезпеченості оборотних активів власними коштами — в межах 80 % порівняно із пропонованим альтернативним підходом до інтервального оцінювання балансових коефіцієнтів.

Висновки. Таким чином, репрезентований у роботі підхід до розрахунку інтервальних оцінок фінансових коефіцієнтів, що визначаються за даними прогнозного балансу, дозволяє уникнути переоцінки невизначеності, притаманної традиційній методології на ґрунті стандартної інтервальної арифметики. Слід також зауважити, що отримані під час дослідження результати передбачають свій розвиток для ситуації, коли статті прогнозованої фінансової звітності описуються нечіткими оцінками (числами). Згідно з прийнятим у нечітко-множинному моделюванні сегментним принципом обробки нечітких чисел, який полягає в їх розбитті на сукупність сегментів шляхом фіксації окремих значень функції належності і проведенні операцій над окремими сегментами, в цьому випадку двійка оптимізаційних задач (1—5) являє собою загальну модель розрахунку окремого сегмента для нечіткої оцінки балансового коефіцієнта. Відповідної інтерпретації набувають й інші розрахункові конструкції, наведені в публікації.

Література

1. Хил Лафуенте А. М. Финансовый анализ в условиях неопределенности / Лафуенте А. М. Хил; пер. с исп., под ред. Велеско Е. И., Краснопрошина В. В., Лепешинского Н. А. — Минск: Тэхналогія, 1998. — 150 с.

2. *Gil Lafuente A.M.* Fuzzy Logic in Financial Analysis / A. M. Gil Lafuente. — Berlin: Springer, 2005. — XIV, 451 p.
3. *Недосекин А. О.* Применение теории нечетких множеств к финансовому анализу предприятий [Электронный ресурс] / А. О. Недосекин, О. Б. Максимов. — 1999. — Режим доступа: http://sedok.narod.ru/sc_group_2002.html.
4. *Buckley J. J.* The Fuzzy Mathematics of Finance / J. J. Buckley // Fuzzy Sets & Systems. — 1987. — № 21. — P. 257—273.
5. *Bojadziev G.* Fuzzy Logic for Business, Finance and Management / G. Bojadziev, M. Bojadziev. — Singapore: World Scientific, 2007. — XX, 232 p.
6. Fuzzy Sets in Management, Economy and Marketing / Ed. By Zopounidis C. and oth. — World Scientific Pub Co, 2001. — XIII, 271 p.
7. *Кофман А.* Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями / А. Кофман, Алуха Х. Хил; пер. с исп. — Минск: Вышэйшая школа, 1992. — 224 с.
8. *Zimmerman H. J.* Fuzzy Sets Theory — and Its Applications / H.J. Zimmerman. — Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991. — XX, 399 p.
9. *Вошинин А. П.* Задачи анализа с неопределенными данными — интервальность и/или случайность? / А. П. Вошинин // Труды Международной конференции по вычислительной математике МКВМ-2004. Рабочие совещания. — Новосибирск: Изд. ИВМиГ СО РАН, 2004. — С. 147—158.
10. *Вошинин А. П.* Интервально-вероятностная модель оценки риска инвестиционных проектов АЭС [Электронный ресурс] / А. П. Вошинин, П. В. Бронз // Вестник ДИТУР. — 2004. — № 2, IV. Естественные науки. — Режим доступа: <http://www.ditud.ru/gsdll/cgi-bin/library.exe>.
11. *Авдеенко С. Н.* Анализ инвестиционных проектов в условиях интервальной неопределенности / С. Н. Авдеенко, В. В. Домбровский // Вестник Томского государственного университета. — 2000. — № 271. — С. 125—126.
12. *Авдеенко С. Н.* Применение обобщенной интервальной арифметики для анализа финансовых операций / С. Н. Авдеенко, В. В. Домбровский // Вычислительные технологии. — 2002. — Т. 7. — № 1. — С. 3—14.
13. *Домбровский В. В.* Применение интервальных методов в управлении запасами / В. В. Домбровский, Е. В. Чаусова // Вычислительные технологии. — 2002. — Т. 7. — № 2. — С. 50—58.
14. *Давыдов Д. В.* Интервальные методы и модели принятия решений в экономике: Дис. ... докт. экон. наук: спец. 08.00.13 / Д. В. Давыдов. — Владивосток, 2009. — 343 с.
15. *Дилигенский Н. В.* Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология / Дилигенский Н. В., Дымова Л. Г., Севастьянов П. В. — М.: Издательство «Машиностроение — 1», 2004. — 401 с.
16. *Бочарников В. П.* Fuzzy-технология: математические основы. Практика моделирования в экономике / В. П. Бочарников. — СПб.: Наука, 2001. — 328 с.
17. *Птускин А. С.* Нечеткие модели и методы в менеджменте: учебное пособие / А. С. Птускин. — М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. — 216 с.
18. *Зайченко Ю. П.* Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах: [учебное пособие] / Ю. П. Зайченко. — К.: Издательский дом «Слово», 2008. — 344 с.
19. *Железко Б. А.* Методика многокритериальной экспертизы бизнес-планов инвестиционных проектов [Электронный ресурс] / Железко Б. А., Дударкова О. Ю., Подобед Т. Н. — 2002. — Режим доступа: http://sedok.narod.ru/s_files/belorussia_2002.htm.
20. Методика многоуровневой агрегированной оценки и прогнозирования финансового состояния предприятий [Электронный ресурс] / [Ахрамейко А. А., Железко Б. А., Ксенович Д. В., Морозевич А. Н.]. — 2002. — Режим доступа: [http:// sedok.narod.ru/s_files/belorussia_2002.htm](http://sedok.narod.ru/s_files/belorussia_2002.htm).
21. *Вітлінський В. В.* Ризикологія в економіці та підприємстві: [монографія] / В. В. Вітлінський, Г. І. Великоіваненко. — К.: КНЕУ, 2004. — 480 с.
22. *Деревянко П. М.* Модели и методы принятия стратегических решений по распределению реальных инвестиций предприятия с применением теории нечетких множеств: Дис... канд. экон. наук: спец. 08.00.13 / П. М. Деревянко. — СПб., 2006. — 224 с.

23. Коцюба О. С. Перспективна господарська діагностика на основі фінансових індикаторів з використанням інтервального та нечітко-множинного аналізу / О. С. Коцюба // Економіка підприємства: теорія та практика: зб. мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. 13—14 березня 2008 р. — К.: КНЕУ, 2008. — С. 432—435.

24. Коцюба О. С. Перспективна діагностика стану підприємства на основі фінансових індикаторів з використанням інтервального та нечітко-множинного підходів / О. С. Коцюба // Формування ринкової економіки: Зб. наук. праць. Спец. вип. Економіка підприємства: теорія і практика. — Ч. 1. — К.: КНЕУ, 2008. — С. 321—331.

Стаття надійшла до редакції 12.09.2012 р.