

*Л. В. Старченко, О. В. Старовойт, І. І. Семидоцька*

### **Використання методу нечітких множин для діагностики ризику банкрутства підприємства**

*У статті розглянуто вітчизняний та зарубіжний досвід діагностики банкрутства підприємств, адаптовано метод нечітких множин для оцінки ймовірності банкрутства одного з великих машинобудівних підприємств Сумського регіону. На сьогодні актуальним є розроблення економіко-математичних моделей оцінки загрози банкрутства на основі нечітких множин, які базуються на правилах нечіткої логіки та здатні адаптуватися до змін середовища, що дозволить ефективно використовувати моделі впродовж тривалого часу.*

*Ключові слова: банкрутство, діагностика банкрутства підприємства, ймовірність банкрутства, метод нечітких множин.*

**Постановка проблеми.** Сьогодні для України проблема збитковості та банкрутства і надалі залишається надзвичайно актуальною. Адже в умовах кризового стану економіки загалом більшість підприємств працює збитково, а також є велика частка тих, що знаходяться на межі банкрутства або на стадії порушення справ про банкрутство боржників їх кредиторами у суді. Саме достовірна і своєчасна ідентифікація негативних факторів впливу на фінансово-господарську діяльність та антикризове управління підприємства є запорукою виходу з фінансової кризи. У зарубіжній практиці вже давно розроблено методи управління кризовими явищами підприємства. Проте їх досвід не можна повністю переносити на вітчизняний науково-практичний ґрунт, оскільки при цьому не враховуються галузева специфіка фінансово-господарської діяльності вітчизняних підприємств, умови господарського та податкового законодавства, особливості функціонування та тенденції розвитку економіки в цілому по Україні.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанню визначення ймовірності банкрутства підприємств приділяється значна увага з боку вітчизняних та зарубіжних науковців. Розробленням методик і критеріїв прогнозування банкрутства займалися такі провідні вчені, як Е. Альтман, У. Бівер, Р. Ліс, Г. Спрингейт, Дж. Таффлер, Г. Тішоу, Д. Дюран, Р. Сайфуллін, Г. Кадиков, В. Ковальов та ін. Вагомий внесок у вирішення проблемних питань з банкрутства та антикризового управління зробили вітчизняні вчені: І. Жук, Л. Лігоненко, О. Терещенко, Т. Тесленко та ін. Однак як і зарубіжні, так і вітчизняні методики мають певні недоліки, що ускладне їх застосування на підприємствах України.

**Метою статті** є дослідження та оцінка перспектив практичного застосування методу оцінки ризику банкрутства підприємства, який вкрай рідко використовується у вітчизняній практиці економічного аналізу, – методу нечітких множин. Даний метод дозволяє аналізувати ризик банкрутства, спираючись не тільки на країну, період часу, галузь, а й на саме підприємство, на його економічну й управлінську специфіку.

---

*Старченко Людмила Володимирівна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економіки та бізнес-адміністрування Сумського державного університету; Старовойт Олена Василівна, кандидат філософських наук, старший викладач кафедри економіки підприємств Шосткинського інституту Сумського державного університету; Семидоцька Інна Іванівна, студентка Сумського державного університету.*

© Л. В. Старченко, О. В. Старовойт, І. І. Семидоцька, 2012

**Виклад основного матеріалу.** Існує значна кількість методів діагностики за допомогою моделей ймовірності банкрутства: двофакторна модель Е. Альтмана, п'ятифакторна модель Е. Альтмана, п'ятифакторна модель Е. Альтмана адаптована, дискримінантна модель Р. Ліса, дискримінантна модель Дж. Таффлера, показник діагностики платоспроможності Ж. Конана і М. Гольдера, коефіцієнт У. Бівера, модель Г. Спрингейта, дискримінантна модель О. Терещенка, модель Р. Сайфулліна – Г. Кадикова, О. Зайцевої та ін. [2].

Найбільш широке застосування серед методів прогнозування банкрутства отримала модель «Z–рахунку» Е. Альтмана (1):

$$Z = 0,717K_1 + 0,847K_2 + 3,107K_3 + 0,42K_4 + 0,995K_5, \quad (1)$$

де  $K_1$  = Власний оборотний капітал / Загальна вартість активів;  
 $K_2$  = Нерозподілений прибуток / Загальна вартість активів;  
 $K_3$  = Прибуток до виплати відсотків / Загальна вартість активів;  
 $K_4$  = Балансова вартість власного капіталу / Позиковий капітал;  
 $K_5$  = Виторг від продажу / Загальна вартість активів.

Якщо  $Z < 1,23$ , то це означає високу ймовірність банкрутства, тоді як значення  $Z > 1,23$  свідчить про малу його ймовірність. Переваги цієї моделі – максимальна точність, однак питання про застосування моделі для економіки України залишається відкритим, оскільки її використання ускладнене через нестачу інформації, передусім аналітичного блоку. Вагові коефіцієнти моделі не є надійними для оцінки фінансового стану вітчизняних підприємств. Багатофакторні моделі Е. Альтмана стали основою для подальших досліджень прогнозування банкрутства й оцінки рівня фінансового стану [5].

Дж. Таффлер і Г. Тішоу розробили чотирифакторну модель оцінки платоспроможності (2):

$$Z = 0,53A + 0,13B + 0,18C + 0,16D, \quad (2)$$

де  $A$  = Операційний прибуток / Короткострокові зобов'язання;  
 $B$  = Оборотні активи / Загальна сума зобов'язань;  
 $C$  = Короткострокові зобов'язання / Загальна вартість активів;  
 $D$  = Виручка від реалізації / Загальна вартість активів.

За  $Z > 0,3$  рівень фінансового стану вважається високим, а ймовірність банкрутства невеликою. За  $Z < 0,3$  рівень фінансового стану вважається низьким, а ймовірність банкрутства – високою. Але для моделі Дж. Таффлера і Г. Тішоу питання надійності вагових коефіцієнтів для оцінювання фінансового стану в умовах вітчизняної економіки залишається відкритим [4].

До принципово іншого класу моделей скорингового аналізу належить п'ятифакторна модель У. Бівера оцінки фінансового стану підприємства з метою діагностики банкрутства за такими показниками:

- рентабельність активів;
- питома вага позикових коштів у пасивах;
- коефіцієнт поточної ліквідності;
- частка чистого оборотного капіталу в активах;

- коефіцієнт Бівера ( $K_B = \text{Чистий прибуток} - \text{Амортизація} / \text{Позикові кошти}$ ).

Сьогодні цією американською системою з метою передбачення загрози банкрутства діагностується велика кількість вітчизняних підприємств. Вона визнана Міністерством економічного розвитку і торгівлі України.

Вагові коефіцієнти для індикаторів у моделі У. Бівера не передбачаються, і підсумковий показник фінансового стану не розраховується. Отримані значення індикаторів порівнюються з їх нормативними значеннями, розрахованими У. Бівером для трьох видів фірм: для благополучних компаній; для компаній, збанкрутілих протягом року; для фірм, що стали банкрутами упродовж п'яти років [4].

Проведений аналіз та узагальнення дали змогу зробити висновок, що розглянуті методики прогнозування банкрутства зарубіжних авторів мають ряд суттєвих обмежень для їх використання на українських підприємствах, а саме:

- більшість зарубіжних методик діагностики ймовірності банкрутства побудовані з використанням вагових коефіцієнтів показників, що розраховані на основі американських аналітичних даних минулих років. Отже, в зв'язку з цим вони не відповідають сучасній економічній ситуації;
- дані моделі не адаптовані до вітчизняної економіки і не враховують специфіки діяльності українських підприємств, а саме: особливості в системі бухгалтерського обліку і податковому законодавстві, вплив інфляції на формування показників діяльності підприємства, галузеву належність підприємства та ін;
- відсутність статистичних даних по підприємствах-банкрутах, що не дозволяє скоригувати методику розрахунку питомої ваги коефіцієнтів з урахуванням економічних умов суб'єктів господарювання;
- проаналізовані методики не враховують інших важливих показників діяльності підприємства (методики, побудовані на використанні балансових показників та показників звіту про фінансові результати);
- моделі не дають відповіді на питання, які з факторів вплинули на зміну рівня фінансової стійкості підприємств;
- за результатами використання моделей неможливо отримати інформацію щодо можливого подальшого розвитку підприємства;
- граничні значення показників, що запропоновані зарубіжними вченими, часто є недосяжними для українських підприємств. Разом з тим названі методики дають можливість визначити наближення банкрутства підприємства (стадії кризи) та не дозволяють спрогнозувати перехід підприємства від однієї стадії життєвого циклу до іншої [2; 4].

Враховуючи усі ці обмеження зарубіжних моделей прогнозування банкрутства, вітчизняними науковцями були розроблені методики, адаптовані для вітчизняної економіки.

Однією з найвідоміших є модель Сайфулліна–Кадикова (3). Оцінка рівня фінансового стану в цій моделі здійснюється за рейтинговим числом  $R$

$$R = 2K_3 + 0,1K_{ПЛ} + 0,08K_{OA} + 0,45P_{П} + P_{BK}, \quad (3)$$

де  $K_3$  – коефіцієнт забезпеченості власними коштами;  $K_{ПЛ}$  – коефіцієнт поточної ліквідності;  $K_{OA}$  – коефіцієнт оборотності активів;  $P_{П}$  – рентабельність продажів (комерційна маржа);  $P_{BK}$  – рентабельність власного капіталу.

Якщо зазначені індикатори досліджуваного підприємства дорівнюють мінімальним нормативним значенням, то  $R = 1$ . Якщо  $R > 1$ , то фінансовий стан підприємства вважається задовільним, якщо  $R < 1$ , то незадовільним.

Дана модель враховує специфіку вітчизняної економіки та разом з тим є зручною для коригування стосовно локалізації підприємства та часу розгляду. Однак інші з перелічених недоліків залишаються [5].

Модель Г. Спрингейта має вигляд (4):

$$Z = 1,03A + 3,07B + 0,66C + 0,4D, \quad (4)$$

де  $A$  = Робочий капітал / Загальна вартість активів;

$B$  = Прибуток до сплати податків та процентів / Загальна вартість активів;

$C$  = Прибуток до сплати податків / Короткострокові зобов'язання;

$D$  = Обсяг продажу / Загальна вартість активів.

Вважається, що точність прогнозування банкрутства за цією моделлю становить 92%, однак згодом цей показник зменшується. Якщо  $Z < 0,862$ , то підприємство вважається потенційним банкрутом.

Модель Р. Ліса має вигляд (5):

$$Z = 0,063A + 0,092B + 0,057C + 0,001D, \quad (5)$$

де  $A$  = Оборотні активи / Загальна вартість активів;

$B$  = Операційний прибуток / Загальна вартість активів;

$C$  = Нерозподілений прибуток / Загальна вартість активів;

$D$  = Власний капітал / Позиковий капітал.

Модель Р. Ліса дозволяє визначити ступінь кризи на підприємстві, порівнюючи значення інтегральних показників з певними граничними значеннями. Перевагою даної моделі є простота розрахунку, але ця модель створювалася з урахуванням особливостей західного розвитку, тому вона не пристосована до українських підприємств (розроблена для Англії) [6].

Проблему неможливості використання зарубіжних методик у практиці оцінювання фінансового стану українських підприємств спробував вирішити вітчизняний економіст О. Терещенко. Він розробив дискримінантну функцію з 6 змінними (6):

$$Z = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 + a_5X_5 + a_6X_6, \quad (6)$$

де  $a_1, \dots, a_6$  – параметри дискримінантної функції, питома вага показників;  $X_1$  – коефіцієнт покриття;  $X_2$  – коефіцієнт фінансової автономії;  $X_3$  – коефіцієнт оборотності капіталу (активів);  $X_4$  – коефіцієнт рентабельності операційного продажу за Cash-flow;  $X_5$  – коефіцієнт рентабельності активів за Cash-flow;  $X_6$  – коефіцієнт оборотності позикового капіталу [4].

Розроблена дискримінантна модель О. Терещенка має значні переваги над традиційними методиками:

- модель є зручною у застосуванні;
- розроблена з використанням вітчизняних статистичних даних;
- враховує сучасну міжнародну практику;

- за рахунок використання різноманітних модифікацій базової моделі до підприємств різних видів діяльності вирішує проблему критичних значень показників;
- враховує галузеві особливості підприємства.

Однак дана методика не є досконалою і має свої недоліки: відсутність поглибленої класифікації стійкості фінансового стану (існує лише – задовільний та незадовільний фінансовий стан); отримання значень у межах від -0,9 до 0,9 зобов'язує проводити додатковий аналіз для ідентифікації стійкості фінансового стану [4].

Проте більш важливою для оцінки ризику банкрутства підприємств, які функціонують на теренах СНД, є чотирифакторна  $R$ -модель (Давидова–Белікова) (7), яка має вигляд

$$R = 8,38K_1 + K_2 + 0,054K_3 + 0,63K_4, \quad (7)$$

де  $R$  – показник ризику банкрутства організації;  $K_1$  – відношення оборотного капіталу до активів;  $K_2$  – відношення чистого прибутку до власного капіталу;  $K_3$  – відношення виручки від реалізації до активів;  $K_4$  – відношення чистого прибутку до витрат.

Дана модель проста у використанні зі зрозумілими і обґрунтованими етапами розрахунку, проте, відсутнє урахування особливостей галузевої специфіки розвитку підприємств.

Вважається, що можна істотно покращити підхід до аналізу ризику банкрутства, поєднуючи облік кількісних (фінансових) та якісних (індикаторних) показників в аналізі, причому розглядаючи їх не тільки у статичі, але й у динаміці. Однак наявні методи не дають аналітикам такої можливості.

В основу дискримінантних моделей прокладено винятково фінансові показники і не враховуються якісні зміни в процесі управління, виробничій, техніко-технологічній, маркетинговій, інвестиційній, інноваційній сфері діяльності. З огляду на це виникає необхідність використання методів діагностики банкрутства підприємства, які б поєднували кількісні та якісні показники діяльності підприємства [1; 3].

Корисними й ефективними для прогнозування банкрутства вітчизняних підприємств можуть стати моделі, побудовані на основі методів нечіткої логіки. Такі моделі є більш відкритими і зрозумілими, ніж факторні, оскільки представлені у виразах природної мови. Разом з тим вони мають високу точність відтворення вихідної статистики і можуть працювати навіть без настроювання на реальні дані, лише базуючись на закладених до них наборах логічних правил і встановлених параметрах функцій належності [1; 7].

З метою підвищення достовірності результатів при оцінці ймовірності банкрутства одного з великих машинобудівних підприємств Сумського регіону пропонуємо використати метод нечітких множин.

*Етап 1.* Визначаємо множини  $E$ ,  $G$  і  $B$ . Спочатку множина  $E$  станів підприємства розбивається на п'ять підмножин:

- $E_1$  – нечітка підмножина станів «граничного неблагополуччя»;
- $E_2$  – нечітка підмножина станів «неблагополуччя»;
- $E_3$  – нечітка підмножина станів «середньої якості»;
- $E_4$  – нечітка підмножина станів «відносного благополуччя»;
- $E_5$  – нечітка підмножина станів «граничного благополуччя»;

Далі у відповідності до утвореної множини  $E$  повна множина ступенів ризику

банкрутства  $G$  розбивається на п'ять підмножин:

- $G_1$  – нечітка підмножина «граничний ризик банкрутства»;
- $G_2$  – нечітка підмножина «ступінь ризику банкрутства високий»;
- $G_3$  – нечітка підмножина «ступінь ризику банкрутства середній»;
- $G_4$  – нечітка підмножина «низький ступінь ризику банкрутства»;
- $G_5$  – нечітка підмножина «ризик банкрутства незначний».

Носій множини  $G$  – показник ступеня ризику банкрутства  $g$  – набуває значення від нуля до одиниці за визначенням.

Для будь-якого окремого фінансового чи управлінського показника  $X_i$  повна множина його значень  $B_i$  розбивається на п'ять підмножин:

- $B_{i1}$  – підмножина «дуже низький рівень показника  $X_i$ »;
- $B_{i2}$  – підмножина «низький рівень показника  $X_i$ »;
- $B_{i3}$  – підмножина «середній рівень показника  $X_i$ »;
- $B_{i4}$  – підмножина «високий рівень показника  $X_i$ »;
- $B_{i5}$  – підмножина «дуже високий рівень показника  $X_i$ ».

Причому в даному підході припускається, що зростання окремого показника  $X_i$  пов'язано із зниженням ступеня ризику банкрутства, з покращанням стану розглянутого підприємства.

*Етап 2 (Показники).* За показники, що використовуються при діагностиці банкрутства підприємства обрано такий перелік показників:

- $X_1$  – коефіцієнт автономії;
- $X_2$  – коефіцієнт забезпеченості оборотних активів власним капіталом;
- $X_3$  – коефіцієнт швидкої ліквідності;
- $X_4$  – коефіцієнт абсолютної ліквідності;
- $X_5$  – оборотність активів;
- $X_6$  – рентабельність усього капіталу;
- $X_7$  – рівень маркетингу;
- $X_8$  – рівень техніко-технологічного оновлення.

*Етап 3 (Значимість).* Вагові коефіцієнти показників, які використовуються при оцінці ймовірності банкрутства підприємства, визначені за правилом Фішберна, наведені далі: ваговий коефіцієнт  $X_1 = 0,0972$ ;  $X_2 = 0,0972$ ;  $X_3 = 0,0972$ ;  $X_4 = 0,0972$ ;  $X_5 = 0,0972$ ;  $X_6 = 0,0972$ ;  $X_7 = 0,1944$ ;  $X_8 = 0,2222$ . Найбільшу значимість має рівень техніко-технологічного оновлення та рівень маркетингу. Фінансові показники мають однакову значимість.

*Етап 4 (Класифікація ступеня ризику).* Побудуємо класифікацію поточного значення показника ступеня ризику  $g$  як критерію розбивки множини  $G$  на нечіткі підмножини. Результати зведемо в таблицю 1.

Таблиця 1 – Класифікація ступеня ризику банкрутства

Інтервал значень $G$	Класифікація рівня параметра	Ступінь впевненості (функція незалежності)
1	2	3
$0 < g < 0,15$	$G_5$	1
$0,15 < g < 0,25$	$G_5$	$\mu_5 = 10 \cdot (0,25 - g)$
	$G_4$	$1 - \mu_5 = \mu_4$
$0,25 < g < 0,35$	$G_4$	1

Продовження табл. 1

1	2	3
$0,35 < g < 0,45$	$G_4$	$\mu_4 = 10 \cdot (0,45 - g)$
	$G_3$	$1 - \mu_4 = \mu_3$
$0,45 < g < 0,55$	$G_3$	1
	$G_3$	$\mu_3 = 10 \cdot (0,65 - g)$
$0,55 < g < 0,65$	$G_2$	$1 - \mu_3 = \mu_2$
	$G_2$	1
$0,65 < g < 0,75$	$G_2$	$\mu_2 = 10 \cdot (0,85 - g)$
	$G_1$	$1 - \mu_2 = \mu_1$
$0,85 < g < 1$	$G_1$	1

Етап 5 (класифікація значень показників). Рівні показників за період визначаємо на основі віднесення поточних значень показників до нечітких підмножин, межі яких визначені експертним методом [1, 2].

Таблиця 2 – Класифікація значень показників

Найменування	Нечіткі терми				
	Дуже низький	Низький	Середній	Високий	Дуже високий
$X_1$	$X_1 < 0,15$	$0,15 < X_1 < 0,25$	$0,25 < X_1 < 0,45$	$0,45 < X_1 < 0,65$	$0,65 < X_1$
$X_2$	$X_2 < 0$	$0 < X_2 < 0,09$	$0,09 < X_2 < 0,3$	$0,3 < X_2 < 0,45$	$0,45 < X_2$
$X_3$	$X_3 < 0,55$	$0,55 < X_3 < 0,75$	$0,75 < X_3 < 0,95$	$0,95 < X_3 < 1,4$	$1,4 < X_3$
$X_4$	$X_4 < 0,025$	$0,025 < X_4 < 0,09$	$0,09 < X_4 < 0,3$	$0,3 < X_4 < 0,55$	$0,55 < X_4$
$X_5$	$X_5 < 0,1$	$0,1 < X_5 < 0,2$	$0,2 < X_5 < 0,35$	$0,35 < X_5 < 0,65$	$0,65 < X_5$
$X_6$	$X_6 < 0$	$0 < X_6 < 0,01$	$0,01 < X_6 < 0,08$	$0,08 < X_6 < 0,3$	$0,3 < X_6$
$X_7$	$X_7 < 0,2$	$0,2 < X_7 < 0,4$	$0,4 < X_7 < 0,6$	$0,6 < X_7 < 0,8$	$0,8 < X_7 < 1$
$X_8$	$X_8 < 0,2$	$0,2 < X_8 < 0,4$	$0,4 < X_7 < 0,6$	$0,6 < X_8 < 0,8$	$0,8 < X_8 < 1$

Етап 6 (Оцінка показників). Фінансовий стан підприємства характеризується такими фінансовими показниками  $X_i = x_i$ :

Таблиця 3 – Рівні показників за період 2008–2010 рр.

Шифр показника $X_i$	Найменування показника $X_i$	Значення $X_i$ у 2008 р.	Значення $X_i$ у 2009 р.	Значення $X_i$ у 2010 р.
$X_1$	Коефіцієнт автономії	0,447	0,471	0,164
$X_2$	Коефіцієнт забезпеченості	0,307	0,222	-0,01
$X_3$	Коефіцієнт швидкої ліквідності	0,708	0,871	0,77
$X_4$	Коефіцієнт абсолютної ліквідності	0,107	0,208	0,017
$X_5$	Оборотність активів	1,182	1,005	0,322
$X_6$	Рентабельність усього капіталу	0,026	0,173	0,042
$X_7$	Рівень маркетингу	0,6	0,8	0,85
$X_8$	Рівень техніко-технологічного оновлення	0,8	0,85	0,85

Етап 7 (класифікація рівня показників). Проведемо класифікацію поточних значень  $x_i$  за критерієм таблиці 2. Результатом проведеної класифікації є таблиця 4. Тут припускаємо, що  $\lambda_{ij} = 1$ , якщо  $\beta_{ij} - 1 < x_i < \beta_{ij}$ , та  $\lambda_i = 0$  у протилежному випадку.

Таблиця 4 – Оцінка поточних значень аналізованих показників

Показник $X_i$	2008					2009					2010				
	$\lambda_{i1}$	$\lambda_{i2}$	$\lambda_{i3}$	$\lambda_{i4}$	$\lambda_{i5}$	$\lambda_{i1}$	$\lambda_{i2}$	$\lambda_{i3}$	$\lambda_{i4}$	$\lambda_{i5}$	$\lambda_{i1}$	$\lambda_{i2}$	$\lambda_{i3}$	$\lambda_{i4}$	$\lambda_{i5}$
$X_1$	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
$X_2$	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
$X_3$	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
$X_4$	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
$X_5$	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
$X_6$	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
$X_7$	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
$X_8$	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

Етап 8 (Оцінка ступеня ризику). Виконаємо формальні арифметичні дії за оцінкою ступеня ризику банкрутства  $g$  (8):

$$g = \sum_{j=1}^5 g_j \sum_{i=1}^N r_i \lambda_{ij}, \quad (8)$$

де  $g_j = 0,9 - 0,2(j - 1)$ ;  $r_i$  – ваговий коефіцієнт  $i$ -го показника.

У 2008 році  $g = 0,41658$ .

У 2009 році  $g = 0,29438$ .

У 2010 році  $g = 0,43046$ .

Етап 9 (Лінгвістичне розпізнавання). Класифікуємо отримане значення ступеня ризику за базою даних, яку наведено у таблиці 1 [2, 6].

Таблиця 5 – Ступінь ризику банкрутства

Рік	Значення показника	Висновок про фінансовий стан
2008	0,41658	середній ступінь ризику банкрутства
2009	0,29438	низький ступінь ризику банкрутства
2010	0,43046	середній ступінь ризику банкрутства

Так, у 2008 році ступінь ризику банкрутства середній, а ступінь впевненості  $\mu_3 = 1 - 10 \cdot (0,45 - 0,41658) = 0,67$ . У 2009 році ступінь ризику банкрутства низький, а ступінь впевненості  $\mu_4 = 1$ . У 2010 ступінь ризику банкрутства середній, а ступінь впевненості  $\mu_3 = 1 - 10 \cdot (0,45 - 0,43046) = 0,8$ .

**Висновки.** Результати оцінки ймовірності банкрутства одного з великих машинобудівних підприємств Сумського регіону показали, що застосування методу нечітких множин дає можливість об'єктивно оцінити ймовірність банкрутства підприємства, оскільки в ньому враховуються якісні зміни, та дозволяє визначити проблемні сторони діяльності підприємства, які потребують удосконалення чи реформування. Отже, альтернативним методом діагностики банкрутства підприємств, який усуває недоліки дискримінантного аналізу та дає найбільш об'єктивну оцінку, є метод нечітких множин. Результати діагностики банкрутства методом нечітких множин є більш оптимістичними порівняно з дискримінантними моделями та точніше відображають поточний стан підприємства, оскільки при оцінці ймовірності



банкрутства, крім фінансових показників, враховують якісні зміни в діяльності підприємства. Перспективами подальшого дослідження в даному напрямку є визначення практичного інструментарію діагностики банкрутства підприємства.

1. *Матвійчук А. В.* Аналіз і управління економічним ризиком : навчальний посібник / А. В. Матвійчук. – К. : Центр навчальної літератури, 2005. – 224 с.
2. *Останкова, Л. А.* Аналіз, моделювання та управління економічними ризиками : навч. посіб. / Л. А. Останкова, Н. Ю. Шевченко. – К. : Центр учбової літератури, 2011. – 256 с.
3. *Економіко-математичні моделі оцінки фінансового стану суб'єктів господарювання : монографія / О. М. Тридід, О. Г. Тижненко, Л. О. Тижненко.* – К. : УБС НБУ, 2009. – 213 с.
4. *Дубинская Е. С.* Анализ современных моделей и методик прогнозирования кризисного состояния предприятия / Е. С. Дубинская // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – 2009. – № 2 (16). – С. 84–89.
5. *Рязева Т. Г.* Зарубіжні методики визначення ймовірності банкрутства підприємства / Т. Г. Рязева, І. В. Стасюк // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – № 3, Т. 1. – С. 177–181.
6. *Фучеджи В. І.* Характеристика методів та моделей діагностики кризового стану підприємства / В. І. Фучеджи // [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/10052/1/37.pdf>.
7. *Линенко А. В.* Теоретико-методичні засади вдосконалення системи оцінювання фінансового стану підприємства / А. В. Линенко, О. П. Грецова // Вісник Запорізького національного університету. – 2011. – № 2 (10) – С. 227–232.

*Отримано 23.10.2012 р.*

***Л. В. Старченко, Е. В. Старовойт, І. І. Семидоцкая***  
**Использование метода нечетких множеств  
для диагностики риска банкротства предприятия**

*В статье рассмотрены отечественный и зарубежный опыт диагностики банкротства предприятий, адаптирован метод нечетких множеств для оценки вероятности банкротства одного из крупнейших машиностроительных предприятий Сумского региона. На сегодня актуальна разработка экономико-математических моделей оценки угрозы банкротства на основе нечетких множеств, которые базируются на правилах нечеткой логики и способны адаптироваться к изменениям среды, что позволит эффективно использовать модели в течение длительного времени.*

*Ключевые слова: банкротство, диагностика банкротства предприятия, вероятность банкротства, метод нечетких множеств.*

***L. V. Starchenko, O. V. Starovoyt, I. I. Semydota***  
**Using the method of fuzzy sets for diagnostics of the risk of enterprise bankruptcy**

*The article deals with domestic and foreign experience of bankruptcy diagnostics, the method of fuzzy sets is adapted to estimate the probability of bankruptcy one of the largest machine-building enterprises of the Sumy region. At present, it is actual task to develop the economic and mathematical models to estimate the threat of bankruptcy, based on fuzzy sets, which are grounded on fuzzy logic rules and able to adapt to environmental changes to allow effective use of the models in a long-run.*

*Keywords: bankruptcy, bankruptcy diagnostics, the probability of bankruptcy, the method of fuzzy sets.*