

УДК 330.4:368 (043.3)

Ольховська О. Л.

МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ОЦІНЮВАННЯ ФІНАНСОВОГО СТАНУ СТРАХОВОЇ КОМПАНІЇ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Нестійкий стан української економіки та суттєва нестаціонарність зовнішнього середовища, в якому функціонують і розвиваються сучасні страхові компанії, вимагають постійної адаптації страхового бізнесу до змін шляхом пошуку нових засобів утримання позицій бізнесу та методів підвищення ефективності роботи, активного використання можливостей зростання, створення нових інструментів щодо управління фінансовим станом страхової компанії та завчасного попередження кризових ситуацій.

Передбачення можливості банкрутства та, відповідно, невиконання зобов'язань страхової компанії з виплати страхових відшкодувань на сьогодні є надзвичайно важливою задачею, що обумовлена, перш за все, специфікою діяльності страховика, яка потребує постійного контролю та управління платоспроможністю бізнесу.

Стохастичність прояву різних чинників ризикового середовища вимагає чіткого розуміння впливу цих факторів на фінансову стійкість страхових компаній. У зв'язку з цим виникає потреба у комплексному оцінюванні фінансового стану страховиків, що дозволить врахувати дію як внутрішніх, так і зовнішніх факторів, пов'язаних не лише безпосередньо з технікою ведення страхової справи, але й з іншими гранями функціонування компанії як господарюючого суб'єкта.

Обґрунтована оцінка фінансового стану страхової компанії може слугувати основою для аналізу поточного рівня розвитку бізнесу з перспективою на майбутнє. Для керівників і власників компанії це є засобом отримання достовірної інформації про її реальні можливості. Особливо це важливо для розробки стратегії розвитку в динамічному ризиковому середовищі існування. Результати діагностичних досліджень фінансового стану страховика є основним індикатором при ухваленні рішень та антикризовому управлінні. Своєчасне виявлення ознак неплатоспроможності дозволяє керівництву компанії вживати термінові заходи з виправлення фінансового стану і зниження ризику банкрутства.

Для здійснення обґрунтованого аналізу фінансової діяльності страховика у сучасних умовах доцільним є застосування такого інструментарію економіко-математичного моделювання, що дозволить врахувати кількісні та якісні фактори, фахові знання у страховій справі, а також забезпечить можливість налаштування параметрів моделей на реальних даних. Таким вимогам задовольняє інструментарій нечіткої логіки (fuzzy logic), що є на сьогодні одним з найбільш перспективних напрямів наукових досліджень в області аналізу, прогнозування і моделювання економічних явищ і процесів [1–3].

Метою статті є розробка методологічного підходу до комплексного фінансового аналізу страхової компанії та побудова відповідної економіко-математичної моделі на основі інструментарію нечіткої логіки.

Основними етапами методологічного підходу до побудови нечіткої економіко-математичної моделі оцінювання фінансового стану страхової компанії є такі:

Етап 1. Вибір показників.

На даному етапі формується набір показників, які дозволяють зробити обґрунтований аналіз фінансової діяльності страховика у сучасних умовах, визначити рівень фінансового стану страховика та забезпечать високу точність класифікації. Вхідною інформацією для діагностики банкрутства страхової компанії є система узагальнених і взаємопов'язаних економічних показників фінансової звітності страховика, які характеризують результати діяльності компанії.

Відповідно, для побудови моделі діагностики банкрутства застосовується набір факторів x_i , $i = \overline{1, n}$, за якими можна робити висновок щодо рівня фінансового стану страхової компанії:

$$Z = f(x_1, \dots, x_n). \quad (1)$$

На основі проведеного ґрунтовного аналізу наукових літературних джерел, нормативно-правової бази та виконаного дослідження статистичної інформації за реальними значеннями показників діяльності стабільно функціонуючих компаній та страховиків-банкрутів, для моделювання фінансового стану страхових компаній сформовано таку множину пояснюючих змінних: показник дебіторської заборгованості (x_1); показник ліквідності активів (x_2); показник доходності інвестицій (x_3); показник фінансової автономії (x_4); показник відношення чистих страхових резервів до капіталу (x_5).

Етап 2. Опис лінгвістичних змінних.

На даному етапі встановлюється перелік лінгвістичних термів, що якісно характеризують відповідні нечіткі множини на універсальних множинах значень всіх змінних моделі. Множина можливих лінгвістичних значень показників x_i , $i = \overline{1, 5}$, для використання в розрахунках на основі нечіткої моделі може бути сформована з трьох якісних термів: H – низький рівень показника x_i , C – середній рівень показника x_i , B – високий рівень показника x_i . Множину значень результуючої лінгвістичної змінної Z , що визначає рівень фінансового стану страхової компанії, складають терми: $ПБ$ – потенційний банкрут, C – стабільний фінансовий стан.

Етап 3. Побудова функцій належності.

Для здійснення адекватної класифікації рівнів усіх показників моделі будуються функції належності всіх лінгвістичних термів як вхідних, так і результуючої змінних. Для цього спочатку визначається можливий діапазон змін вхідних показників x_i , $i = \overline{1, 5}$, та результуючого показника Z .

За допомогою функцій належності кількісні значення вхідних змінних переводяться в значення лінгвістичних змінних (процес фазифікації – перехід до нечіткості) та в подальшому використовуються як якісні.

Для опису всіх лінгвістичних термів як вхідних, так і результуючої змінних використовуються квазідзвоноподібні функції належності, аналітичний вигляд яких задається співвідношенням:

$$\mu^T(y) = \frac{1}{1 + \left(\frac{y - b_T}{c_T} \right)^2}, \quad (2)$$

де T – лінгвістичний терм із множини $\{H, C, B\}$ можливих термів вхідних змінних x_i , $i = \overline{1, 5}$, та з множини $\{ПБ, C\}$ для результуючої змінної Z ;

c – коефіцієнт концентрації-розтягування квазідзвоноподібної функції належності;

b – координата максимуму функції належності ($\mu(b) = 1$).

Графічне представлення квазідзвоноподібних функцій належності представлено на рис. 1 (відображено функції належності трьох нечітких термів $\{H, C, B\}$ вхідної змінної x_i , $i = \overline{1, n}$ на множині X).

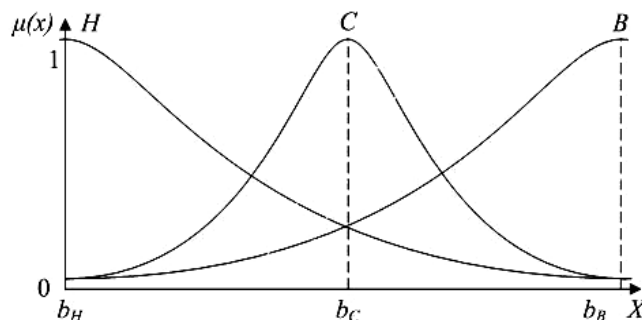


Рис. 1. Квазідзвоноподібні функції належності вхідної змінної x_i

Вибір функції належності саме такого типу, для моделювання ризику банкрутства страхової компанії, обумовлено її гнучкістю та простотою у застосуванні – задається лише двома параметрами, що дозволяє зменшити розмірність задачі оптимізації. Крім того, ця функція має просту похідну, що підвищує ефективність оптимізаційного процесу.

Етап 4. Формування набору правил.

На даному етапі формується нечітка база знань, яка є сукупністю експертно-лінгвістичних правил. Ґрунтуючись на цій базі знань модель дозволяє отримати нечіткий логічний висновок стосовно рівня фінансового стану страхової компанії на основі відповідної вхідної інформації. Набір вирішальних правил для оцінки фінансового стану страхової компанії представлено в табл. 1.

Таблиця 1

База правил для оцінки фінансового стану страхової компанії

Вхідні змінні					Вага	Результуюча змінна
x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	ω	Z
H	H	H	H	H	$\omega_1^{ПБ}$	$ПБ$
$-B$	C	H	C	H	$\omega_2^{ПБ}$	
B	B	B	B	$-H$	ω_1^C	C
$-H$	$-H$	C	C	C	ω_2^C	

Наведемо приклад запису вирішального правила для визначення фінансового стану страхової компанії «потенційний банкрут» в аналітичній формі, яке може бути представлено за допомогою функцій належності та вагових коефіцієнтів у вигляді:

$$\mu^{ПБ}(x_1, \dots, x_5) = \omega_1^{ПБ} [\mu^H(x_1) \cdot \mu^H(x_2) \cdot \mu^H(x_3) \cdot \mu^H(x_4) \cdot \mu^H(x_5)] \vee \omega_2^{ПБ} [\mu^{-B}(x_1) \cdot \mu^C(x_2) \cdot \mu^H(x_3) \cdot \mu^C(x_4) \cdot \mu^H(x_5)], \tag{3}$$

де $\mu^{-a}(x_i) = 1 - \mu^a(x_i)$;

$\mu^{d_j}(x_1, \dots, x_5)$ – функція належності вектора вхідних змінних x_1, \dots, x_5 лінгвістичному

терму $d_j, j = \overline{1, m}$;

m – кількість лінгвістичних значень результуючої змінної Z ;

d_j – значення результуючої змінної Z з терм-множини $\{ПБ, C\}$;

$\omega_p^{d_j}$ – ваговий коефіцієнт (число з інтервалу $[0, 1]$, що характеризує ступінь упевненості експерта в істинності конкретного правила) p -го правила, $p = \overline{1, k_j}$, для терму $d_j \in \{ПБ, С\}$ результуючої змінної Z ;

k_j – кількість правил у базі знань, що відповідають однаковому лінгвістичному значенню d_j , $j = \overline{1, m}$, результуючої змінної Z .

Етап 5. Налаштування параметрів моделі.

Для підвищення точності класифікації перед визначенням рівня фінансового стану страховика варто провести налаштування моделі на реальних показниках діяльності страховиків-банкрутів та нормально функціонуючих страхових компаній. Для оптимізації параметрів моделі у роботі застосовано алгоритм зворотного поширення помилки, адаптований для нейронетичких систем.

Етап 6. Прийняття рішення.

Враховуючи те, що значення функцій належності результуючої змінної за кожним правилом розраховується як добуток функцій належності всіх вхідних змінних, а для визначення терму результативного показника Z застосовується операція максимізації серед усіх правил, то загальна функція розрахунку результуючої змінної набуде вигляд:

$$Z = \arg \max_{p=\overline{1, k_j}} \left\{ \omega_p^{d_j} \prod_{i=1}^n \mu^{a_i^{jp}}(x_i) \right\}, j = \overline{1, m}. \quad (4)$$

Таким чином, після формування бази знань та налаштування на реальних даних модель придатна для оцінювання поточного рівня фінансового стану страхової компанії Z на основі показників фінансової звітності x_i , $i = \overline{1, n}$ та експертних суджень даної предметної області.

Слід зауважити, що застосування викладеного вище підходу, для аналізу діяльності страхової компанії, не обмежується запропонованою множиною пояснюючих змінних (x_i , $i = \overline{1, 5}$), а дозволяє розгляд широкого спектра кількісних і якісних факторів, що впливають на фінансову стійкість страхової компанії.

Отже, побудовано економіко-математичну модель діагностування банкрутства, яка дає можливість класифікувати страхові компанії на стабільно функціонуючі та страховики-банкрути з урахуванням експертних знань у страховій справі, водночас володіючи здатністю до налаштування власних параметрів на реальних даних відповідно до змінних умов функціонування ринку та особливостей досліджуваної компанії.

Експериментальні дослідження економіко-математичних моделей оцінювання фінансового стану страхових компаній

Так, після побудови нечіткої моделі оцінки фінансового стану страхової компанії та її настройки, вхідними факторами якої є фінансові показники діяльності страхових компаній, було проведено ряд експериментів з визначення точності передбачення банкрутства. Для практичної реалізації даної моделі було сформовано базу даних, основою якої є фінансова звітність вітчизняних страховиків (форма 1, форма 2 бухгалтерської звітності). Загальна вибірка склала 22 страхові компанії, серед яких 11 страховиків, що стабільно функціонують та 11 фінансово-нездатних компаній. Для аналізу збанкрутілих страхових компаній використовується статистичний матеріал потенційних страховиків-банкрутів за 1,5–2 роки до банкрутства, так як ознаки можливої фінансової нездатності проявляються задовго до реальних фінансових проблем, з метою запобігання кризових ситуацій. Відповідно розпізнавання тенденції погіршення фінансового стану можливе за аналогією з іншими страховими компаніями.

У нашому дослідженні для оцінювання можливості банкрутства проводився розподіл страхових компаній на два класи – потенційні банкрути (страхові компанії, які стали банкрутами через деякий час після декларування фінансової звітності) і нормально функціонуючі компанії – з метою виявлення властивих цим класам характеристик і специфічних значень фінансово-економічних показників.

Комп'ютерну реалізацію економіко-математичної моделі діагностики банкрутства страхової компанії здійснено за допомогою програмного продукту Matlab 7.8.0 (R2009a) (пакет Fuzzy Logic Toolbox, пакет Optimization Toolbox). Проведено налаштування моделі на статистичних даних фінансово стабільних страхових компаній та страховиків-банкрутів, у результаті чого вдалося оптимізувати її параметри, які дозволяють функціонально пов'язати вхідні змінні (значення факторів впливу) із значенням результуючої змінної (класом фінансової стійкості, до якого відноситься страховик).

На рис. 2 наведено результат процесу моделювання фінансового стану страховика із застосуванням побудованої моделі на нечіткій логіці. Лінією 1 на рисунку показано реальний стан страховика, лінією 2 – результат моделювання до налаштування моделі, лінією 3 – результат моделювання після налаштування моделі. Нульовий рівень інтегрованого показника фінансового стану на рис. 2 відповідає класу страховиків-банкрутів. Значення цього показника на рівні «1» відповідає стабільним страховим компаніям. Лінія розподілу між цими класами проходить на рівні 0,5.

Як видно з рис. 2, модель досить точно відтворює тенденції та здійснює класифікацію, що свідчить про вдалий підхід до побудови її структури та формування набору правил. Проведення оптимізації параметрів моделі на реальних прикладах банкрутств страхових компаній дозволило суттєво підвищити точність відтворення результуючого показника та, відповідно, ефективність класифікації.

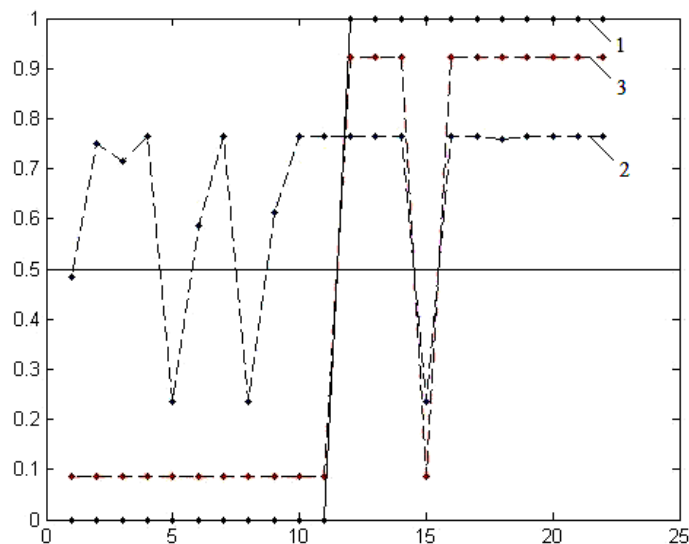


Рис. 2. Результат процесу моделювання фінансового стану страхової компанії

З метою підвищення якості проведеного дослідження було проведено ряд експериментів з аналізу ризику банкрутства із застосуванням дискримінантних моделей. Практична реалізація зазначених моделей проводилась на основі статистики, що і запропонована нечітка модель оцінки фінансового стану страхової компанії.

В табл. 2 наведено результати проведених порівняльних експериментів з передбачення банкрутства вітчизняних страхових компаній із застосуванням відомих дискримінантних моделей та розробленої в дисертації на підґрунті інструментарію нечіткої логіки економіко-математичної моделі оцінки фінансового стану страхової компанії.

Таблиця 2

Порівняння точності передбачення банкрутств українських страхових компаній на основі нечіткої моделі та розроблених раніше дискримінантних моделей

Модель діагностики банкрутства	Точність класифікації серед ідентифікованих страхових компаній			Страхові компанії, фінансовий стан яких не було ідентифіковано, %
	страховиків - банкрутів, %	фінансово стійких компаній, %	загальна, %	
Модель Е. Альтмана	9,09	100,0	54,5	45,5
Модель О. О. Терещенка	0	100,0	50,0	50,0
Нечітка модель	100,0	90,9	95,5	9,09

Як видно з табл. 2, точність передбачення банкрутств моделлю на нечіткій логіці виявилась значно вищою за показники, які демонстрували лінійні дискримінантні моделі.

ВИСНОВКИ

Таким чином, результати проведеного аналізу підтверджують доцільність використання розробленого методологічного підходу до комплексного оцінювання фінансового стану страхової компанії з метою діагностування можливості банкрутства. Запропонований підхід позбавлений недоліків підходу Альтмана в умовах країн з економікою, що розвивається, оскільки дозволяє враховувати специфіку ведення бізнесу та зберігає свою стійкість у часі. Гнучкість моделі передбачає можливість швидкої адаптації страхової компанії до мінливих умов зовнішнього середовища. Аналіз результатів проведених експериментів із використанням запропонованого алгоритму щодо оцінки фінансового стану страховика демонструє його високу ефективність у порівнянні з існуючими на сьогодні альтернативними підходами та підтверджує доцільність застосування інструментарію нечіткої логіки для побудови економіко-математичних моделей.

Проведені дослідження дали змогу вирішити завдання побудови ефективного інструментарію для проведення комплексного фінансового аналізу та оцінювання фінансового стану страхової компанії, здатного підвищити обґрунтованість прийняття управлінських рішень з метою запобігання наблизеності страховика до кризового стану.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ольховська О. Л. Економіко-математична модель діагностики банкрутства страхової компанії на основі нечіткої логіки / О. Л. Ольховська // *Моделювання та інформаційні системи в економіці*. – К. : КНЕУ, 2010. – Вип. 81. – С. 59–74.
2. Матвійчук А. В. Побудова моделі діагностики банкрутства страхової компанії / А. В. Матвійчук, О. Л. Ольховська // *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. – 2010. – № 8 (150). – С. 165–171.
3. Ольховська О. Л. Моделювання фінансового стану страхової компанії / О. Л. Ольховська, М. М. Лена // *Сучасні проблеми моделювання соціально-економічних систем : тези доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції, (8–9 квітня 2010 р.)*. – Х. : ФОП Александрова К. М.; ІНЖЕК, 2010. – С. 155–157.

Стаття надійшла до редакції 10.11.2011 р.