

УДК 330.46

МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

METHOD OF COMPETITIVENESS ASSESSMENT OF INSURANCE ENTERPRISES ON THE BASIS OF FUZZY LOGIC

Костянтин Григорович ГРИЦЕНКО

к.е.н., в.о. завідувача кафедри економічної кібернетики

ДВНЗ «Українська академія банківської справи НБУ» (м. Суми),

кандидат технічних наук, доцент

E-mail: k_smart@ukr.net

Kostyantyn G. GRYTSENKO

Candidate of Economics, acting Chief of Economical Cybernetics Department,

State Higher Educational Institution «Ukrainian Academy of Banking of

the National Bank of Ukraine» (Sumy)

Анотація. У статті запропонована ієрархічна модель оцінки конкурентоспроможності страхової компанії, розроблена на основі нечіткої логіки. Обрано та згруповано фактори впливу на конкурентоспроможність страхової компанії. Для ієрархічного дерева логічного виведення побудовані нечіткі бази знань. У пакеті MATLAB реалізовано сценарій настройки параметрів нечіткої моделі.

Summary. The hierarchical model of competitiveness assessment of insurance company on the basis of fuzzy logic is offered. The competitiveness factors are selected and grouped. The fuzzy bases of knowledge for the hierarchical tree of logical conclusion are built. The scenario of tuning the parameters of fuzzy model is created in the MATLAB system.

Ключові слова: показники конкурентоспроможності страхової компанії, ієрархічне дерево логічного виведення, нечіткі бази знань.

Keywords: indicators of insurance company competitiveness, a hierarchical tree of a logic conclusion, fuzzy knowledge bases.

Постановка проблеми. Створення моделей для аналізу та оптимізації діяльності страхових компаній (СК) є важливим завданням, оскільки дозволяє вирішувати проблему підвищення ефективності діяльності СК. У сучасних умовах якісні показники діяльності фінансових установ стають ключовими факторами впливу на їх конкурентоспроможність [1]. При моделюванні оцінки конкурентоспроможності СК виникає необхідність врахування кількісних і якісних показників, невизначеності не тільки статистичної але й лінгвістичної природи. Такі можливості надає потужний апарат нечіткої логіки. Моделі, побудовані з використанням нечіткої логіки, є адаптивними до мінливих умов ринкової економіки, пристосовані для використання експертної інформації про об'єкт дослідження у вигляді логічних правил.

Аналіз останніх публікацій та досліджень. Проблеми конкуренції на галузевих ринках досліджували відомі зарубіжні та вітчизняні вчені: Аакер, Ансофф, Друкер, Портер, Багієв, Градов, Фатхутдінов, Юданов, Білецька, Парасій-Вергуненко, Савчук, Шершньова, Шпіг. Формуванню конкурентного середовища на страховому ринку України присвячені роботи Базилевича В. Д., Дворак М. С., Єрмошенко А. М., Козьменко О. В., Кравчук Г. В., Бурчевського В. З. Моделюванню конкурентоспроможності виробничих підприємств на основі нечіткої логіки присвячені роботи Матвійчука А. В. і Штовби С. Д. Різноманіття публікацій відображає об'єктивну складність предмету наукового дослідження, зокрема, відсутність загальноприйнятої методики оцінки та аналізу конкурентоспроможності.

Діяльність страхових компаній істотно відрізняється від інших видів підприємницької діяльності. Фактори впливу на конкурентоспроможність являються тими важелями, за допомогою яких можливо підвищити рівень конкурентоспроможності СК. Подальшого вивчення вимагає комплекс питань, пов'язаних з визначенням факторів впливу на конкурентоспроможність СК, побудовою моделі комплексної оцінки конкурентоспроможності СК, що коректно враховує експертні оцінки факторів впливу.

Мета статті. Розробка моделі комплексної оцінки конкурентоспроможності страхової компанії на основі нечіткої логіки.

Обґрунтування отриманих наукових результатів. В роботі [2] чітко розмежована сутність конкурентоспроможності суб'єкта економічних відносин (страхової компанії) та конкурентоспроможності об'єкта цих відносин (страхового продукту). Конкурентоспроможність СК полягає в її здатності створювати та реалізовувати конкурентні переваги (зростання попиту на страхові продукти СК, зниження рівня фінансового та підприємницького ризиків тощо). Введемо поняття критерію конкурентоспроможності СК як якісної або кількісної характеристики СК, що є основою для оцінки її конкурентоспроможності. При прийнятті стратегічних рішень керівництвом СК зручним у використанні є узагальнений показник оцінки конкурентоспроможності – рівень конкурентоспроможності Y . Модель оцінки конкурентоспроможності СК представляє собою функціональне відображення виду:

$$X = \{X_i\} \rightarrow Y, i = \overline{1, N}, \quad (1)$$

де X_i – частинні критерії конкурентоспроможності, які характеризують різні сторони діяльності СК і є найбільш важливими для оцінки конкурентоспроможності СК; N – кількість врахованих критеріїв.

Модель (1) представлена на рис. 1 у вигляді ієрархічного дерева логічного виведення, що визначає структуру моделі.

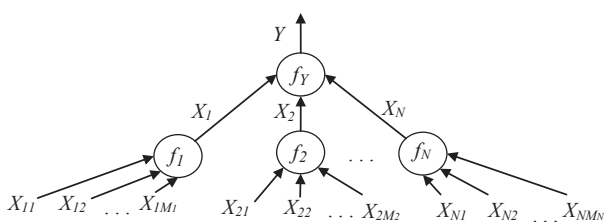


Рис. 1. Ієрархічне дерево логічного виведення

Елементи дерева інтерпретуються таким чином: дуги, що входять до вершин – показники конкурентоспроможності (параметри стану) $\{X_{ij}\}, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M_i}$, де N – кількість груп показників, M_i – кількість показників в i -й групі; вершини – це згортки показників конкурентоспроможності; дуги, що виходять із вершин – частинні критерії конкурентоспроможності $\{X_i\}$. Дереву (рис. 1) відповідає система відношень:

$$Y = f_Y(X_1, X_2, \dots, X_N), \quad (2)$$

$$X_1 = f_1(X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1M_1}), \quad (3)$$

$$X_2 = f_2(X_{21}, X_{22}, \dots, X_{2M_2}), \quad (4)$$

$$X_N = f_N(X_{N1}, X_{N2}, \dots, X_{NM_N}). \quad (5)$$

Частинні критерії конкурентоспроможності X_i та показники конкурентоспроможності X_{ij} визначаються як лінгвістичні змінні, що задані на своїх універсальних множинах і оцінюються за допомогою нечітких термів. Чим більше термів має лінгвістична змінна, тим точніша її оцінка, але використання більше 9 термів недоцільно, бо в оперативній пам'яті людини одночасно утримується не більше 7 ± 2 понять-ознак [4].

Розглянемо основні етапи моделювання комплексної оцінки конкурентоспроможності СК.

Етап 1. Визначення факторів впливу на конкурентоспроможність.

Експертом-страховиком формуються критерії конкурентоспроможності $\{X_i\}, i = \overline{1, N}$. Пропонується використовувати такі частинні критерії конкурентоспроможності СК:

- 1) X_1 – конкурентоспроможність страхових продуктів;
- 2) X_2 – фінансовий стан СК;
- 3) X_3 – ефективність діяльності зі збуту та супроводу страхових продуктів;
- 4) X_4 – ефективність операційної діяльності;
- 5) X_5 – ефективність інвестиційної діяльності;
- 6) X_6 – ефективність управління;
- 7) X_7 – соціальна ефективність;
- 8) X_8 – імідж СК.

Для кожного групового критерію X_i експертом-страховиком формується набір показників конкурентоспроможності $\{X_{ij}\}$. Один із можливих варіантів групування показників конкурентоспроможності СК представлений нижче.

Рівень конкурентоспроможності страхових продуктів X_1 може бути оцінений на основі розмірів тарифних ставок (X_{11}), якості страхових продуктів (X_{12}), рівня диференціації страхових продуктів (унікальності, інноваційності, відображення цінностей цільових груп клієнтів) (X_{13}).

Фінансовий стан X_2 може бути оцінений на основі показників рентабельності, платоспроможності, ділової активності та фінансової стійкості.

Ефективність діяльності зі збуту та супроводу страхових продуктів X_3 можна визначити на основі рентабельності продажу, ступеня диверсифікації каналів продажу, їх ефективності, рівня розвиненості регіональної мережі, рівня використання CRM-технологій.

Ефективність операційної діяльності X_4 можна визначити на основі даних про собівартість страхових продуктів, розміру страхового портфеля, рівня андеррайтингу та врегулювання збитків, користування послугами сторонніх організацій, ефективності автоматизованої інформаційної системи, рівня продуктивності праці та кваліфікації персоналу.

Ефективність інвестиційної діяльності X_5 можна визначити на основі рівня дохідності, ліквідності, надійності, диверсифікації інвестиційних вкладів, розміру інвестиційного портфеля.

Ефективність управління X_7 можна визначити на основі рівня організації управлінської праці, обґрунтованості управлінських рішень, оперативності роботи та економічності апарату управління, компетентності управлінського персоналу, оптимальності системи управління.

Соціальна ефективність X_6 визначається на основі рівня плінності кадрів, умов і рівня оплати праці.

Імідж СК X_8 можна визначити на основі компетентності керівника, зручності розташування офісів СК, досвіду роботи СК на страховому ринку, якості обслуговування клієнтів, строків і розмірів страхових виплат, ефективності рекламної діяльності, рівня реклаमाцій (претензій клієнтів), рівня розкриття інформації, надійності програм перестрахування.

Етап 2. Завдання лінгвістичних змінних.

Для лінгвістичних змінних X_i та X_{ij} , $i = 1, N, j = 1, M_i$ визначаються універсальні множини (інтервали значень $[X_{ij}, \bar{X}_{ij}]$) та вигляд функцій належності до нечітких термів. Функція належності відображає елементи з універсальної множини певної лінгвістичної змінної на множину чисел в інтервалі $[0,1]$, які вказують ступінь належності кожного елемента універсальної множини до нечіткого терму. Для оцінки значень лінгвістичних змінних X_i та X_{ij} автор використовував єдину шкалу нечітких термів $T: H$ – низький; HC – нижче середнього; C – середній; BC – вище середнього; B – високий.

У загальному випадку лінгвістичні змінні X можуть мати різні функції належності до не-

чітких термів T . Для спрощення моделі доцільно використовувати тільки узагальнену дзвіноподібну функцію належності, яка добре апроксимує функції належності, отримані за експертним методом парних порівнянь. Розмежування нечітких термів лінгвістичних змінних та настройка параметрів відповідних функцій належності здійснюється експертом-страховиком на основі нормативних значень (визначених, зокрема, у Законі України «Про страхування», рекомендаціях Державної комісії з регулювання ринку фінансових послуг України щодо аналізу діяльності страховиків), експертних суджень і порівняння значень окремих показників для різних СК в певний проміжок часу.

Етап 3. Створення нечітких баз знань.

Далі необхідно виконати апроксимацію нелінійних залежностей (2)-(5) за допомогою нечітких баз знань. В ієрархічно пов'язаних базах знань вихідна змінна однієї бази знань є вхідною для бази знань вищого рівня ієрархії. Нечітка база знань Мамдані, що апроксимує нелінійну залежність (2), за допомогою операцій (АБО) і (ТА) формалізується у такій формі:

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \left[w_{jp} \bigcap_{i=1}^N (X_i = a_i^p) \right] \rightarrow Y = d_j, j = \overline{1, m}, \quad (6)$$

де a_i^{jp} – нечіткий терм, що оцінює значення групового показника X_i у p -му рядку кон'юнкцій j -го правила бази знань, $p = \overline{1, k_j}$;

k_j – кількість рядків-кон'юнкцій, у яких вихідна змінна Y (оцінка конкурентоспроможності) оцінюється нечітким термом d_j з терм-множини $d = \{\text{«низький»}, \text{«нижче середнього»}, \text{«середній»}, \text{«вище середнього»}, \text{«високий»}\}$;

m – кількість термів, що оцінюють значення виходу Y ;

w_{jp} – вага p -го рядка кон'юнкцій j -го правила бази знань.

Аналогічно (6) формалізуються нечіткі бази знань для залежностей (3)-(5). В табл. 1 і табл. 2 представлені фрагменти розроблених наборів продукційних правил (6), що реалізують співвідношення, відповідно, (2) і (3). На підставі мір істинності передумов правил визначається міра істинності висновку кожного правила бази знань. Потім нечіткі множини, отримані для вихідної змінної Y в усіх правилах, об'єднуються (відбувається композиція) і формується одна нечітка множина для вихідної змінної Y , що і перетворюється далі в чітке число (рівень конкурентоспроможності).

Нечітке логічне виведення по ієрархічному дереву дозволяє зробити математично обґрун-

тований висновок щодо рівня конкурентоспроможності СК із врахуванням кількісних і якісних показників конкурентоспроможності. Розгляну-

та модель оцінки конкурентоспроможності СК реалізована в пакеті MATLAB з використанням функцій модуля Fuzzy Logic Toolbox, редактора

Таблиця 1

Фрагмент нечіткої бази знань для визначення рівня конкурентоспроможності страхової компанії

Критерії конкурентоспроможності								Вага	Вихідна змінна
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	w	Y
B	BC	BC	B	C	BC	BC	BC	w_{11}^Y	B
B	BC	B	C	B	BC	BC	BC	w_{12}^Y	
BC	B	BC	BC	C	BC	C	B	w_{13}^Y	
BC	BC	B	C	BC	B	B	BC	w_{14}^Y	
BC	B	B	BC	C	C	BC	B	w_{15}^Y	
...
H	HC	HC	H	C	HC	HC	HC	w_{51}^Y	H
H	C	H	H	C	H	H	H	w_{52}^Y	
HC	H	HC	HC	H	HC	C	H	w_{53}^Y	
HC	HC	H	C	HC	H	H	HC	w_{54}^Y	
C	H	H	HC	HC	C	H	H	w_{55}^Y	

Таблиця 2

Фрагмент нечіткої бази знань для визначення рівня конкурентоспроможності страхових продуктів

Показники конкурентоспроможності			Вага	Вихідна змінна
X_{11}	X_{12}	X_{13}	w	X_1
HC	B	BC	$w_{11}^{X_1}$	B
H	BC	BC	$w_{12}^{X_1}$	
H	B	C	$w_{13}^{X_1}$	
...
BC	H	HC	$w_{51}^{X_1}$	H
B	HC	H	$w_{52}^{X_1}$	
BC	H	C	$w_{53}^{X_1}$	

FIS (Fuzzy Inference System) та m-функцій, запропонованих Штовбою С. Д. в роботі [3] для реалізації процедур нечіткого ієрархічного виведення в MATLAB.

Етап 4. Налаштування параметрів нечіткої моделі.

Якість логічного виведення можна підвищити, якщо провести налаштування параметрів нечіткої моделі за статистичними даними. Для навчання нечіткої моделі статистичні дані представимо у вигляді

$$(X_r, y_r), r = \overline{1, M}, \quad (7)$$

де X_r – вектор значень вхідних змінних (можна задавати як числами так і нечіткими термами); y_r – значення вихідної змінної (доля регіонального страхового ринку, що належить СК, визначається за даними маркетингових досліджень);

M – обсяг вибірки.

Задача налаштування параметрів нечіткої моделі полягає в знаходженні такого вектора P параметрів функцій належності нечітких термів і ваг правил нечітких баз знань, що забезпечує мінімальне значення середньоквадратичної похибки

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{r=1}^M \left(y_r - \frac{Y(P, X_r)}{\sum_{i=1}^L Y_i(P, X_r)} \right)^2} \rightarrow \min, \quad (8)$$

де $Y = f(P, X_r)$ – модельна оцінка рівня конкурентоспроможності досліджуваної СК;

$Y_i = f_i(P, X_r)$ – модельна оцінка рівня конкурентоспроможності i -ої конкуруючої СК, $i = \overline{1, L}$;

L – кількість конкуруючих СК в момент часу, що розглядається.

На значення параметрів, представлених вектором P , накладаються певні обмеження, що забезпечують лінійну впорядкованість елементів терм-множин лінгвістичних змінних. Система нечіткого логічного виведення представляється в робочій області пакету MATLAB у вигляді структури даних FIS [3]. Налаштування ієрархічної моделі оцінки конкурентоспроможності СК здійснювалась в пакеті MATLAB шляхом написання m-сценарію, в якому використовувались функції модуля Fuzzy Logic Toolbox, структура даних FIS і функція нелінійної оптимізації `fmincon()` модуля Optimization Toolbox.

Досягти запланованого рівня конкурентоспроможності можна змінюючи значення факторів впливу на конкурентоспроможність СК.

Задача досягнення запланованого рівня конкурентоспроможності Y^* при мінімальних витратах на покращання показників конкурентоспроможності $\{X_{ij}\}$ формалізується у такому вигляді:

$$\sum_{i=1, N} \sum_{j=1, M_i} c_{ij} \cdot |X_{ij} - X_{ij}^0| \rightarrow \min \quad (9)$$

за умов

$$f_Y(X_1, X_2, \dots, X_N) \geq Y^*,$$

$$X_i = f_i(X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{iM_i}),$$

$$\underline{X}_{ij} \leq X_{ij} \leq \overline{X}_{ij},$$

$$i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M_i}.$$

де X_i – значення частинних критеріїв конкурентоспроможності, які розраховуються за запропонованою нечіткою моделлю;

$$X_{ij}^0 - \text{початкові значення показників конку}$$

рентоспроможності $\{X_{ij}\}, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M_i}$,

де N – кількість груп показників, M_i – кількість показників в i -й групі;

$[\underline{X}_{ij}, \overline{X}_{ij}]$ – інтервал можливих значень показника конкурентоспроможності X_{ij} ;

c_{ij} – грошові витрати на збільшення (зменшення) значення показника конкурентоспроможності X_{ij} на одиницю.

Оптимізаційна задача (9) розв'язується в пакеті MATLAB шляхом написання m-сценарію, в якому використовується функція нелінійної оптимізації `fmincon` модуля Optimization Toolbox.

Висновки. Запропонована нечітка ієрархічна модель дає можливість не тільки визначати рівень конкурентоспроможності СК в певні моменти часу але й аналізувати різні сторони її діяльності (фінансовий стан, ефективність управління тощо). Передбачена можливість тонкої налаштування параметрів моделі за статистичними даними. Можливість доповнення моделі новими факторами, а баз знань – новими правилами надає моделі властивостей гнучкості та адаптивності до мінливих умов ринкової економіки. Використання в моделі значень вхідних змінних у різні моменти часу дозволяє відстежити динаміку зміни конкурентоспроможності СК. Реалізація моделі в пакеті MATLAB забезпечує доступність її сприйняття, легкість внесення змін, побудови залежностей вихідної змінної (рівня конкурентоспроможності) від факторів впливу. Дослідження цих залежностей дозволяє визначити шляхи забезпечення бажаного рівня конкурентоспроможності СК.

Список використаних джерел

1. Шпіг Ф. І. Конкурентоспроможність банку: фактори та критерії оцінки / Ф. І. Шпіг // Проблеми і перспективи розвитку банківської системи України: збірник наукових праць. – Суми: УАБС НБУ, 2006. – Т. 16. – С. 57-63.
2. Вайсман В. А. Основные принципы конкурентоспособности субъекта хозяйствования / В. А. Вайсман // Экономика и государство. – 2004. – №7. – С. 26-30.
3. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Д. Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
4. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети / А. П. Ротштейн. – Винница: УНІ-ВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 320 с.