

УДК 330.46

К.Г. Гриценко, канд. техн. наук, доц.

ДВНЗ “Українська академія банківської справи Національного банку України”

МЕТОД ДІАГНОСТУВАННЯ РІВНЯ КАПІТАЛІЗАЦІЇ СТРАХОВИХ КОМПАНІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕОРІЇ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Запропонована система інформативних показників для діагностування рівня капіталізації страхових компаній за основними напрямками: достатність капіталу, ефективність використання капіталу, ефективність управління активами, залежність від зовнішніх джерел фінансування. На основі теорії нечіткої логіки розроблено метод діагностування.

Ключові слова: капіталізація страхової компанії, достатність капіталу, ефективність використання капіталу, ефективність управління активами, ієрархічне дерево логічного виведення, нечіткі бази знань.

Постановка проблеми. Внаслідок глобалізаційних і інтеграційних процесів в економіці, основою яких являється рух капіталу, для страхових компаній (СК) актуальною є проблема капіталізації. Поняття капіталізації СК автором розглядається як комплекс дій, спрямованих на реальне збільшення обсягу капіталу СК шляхом реінвестування отриманого прибутку, залучення грошових коштів (страхових премій), емісійної діяльності, а також концентрації капіталу. Капітал забезпечує платоспроможність СК, створює фінансову основу для подальшого розвитку СК у кількісному та якісному напрямках. Страхові компанії з недостатнім рівнем капіталізації чекає перспектива банкрутства або злиття чи поглинання. Зважаючи на це, особливої актуальності набуває проблема оцінювання та забезпечення належного рівня капіталізації СК.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасна економічна наука виявляє помітну зацікавленість до питань фінансової стійкості СК. Вагомий внесок у дослідження теоретико-методологічних засад фінансової стійкості СК внесли вітчизняні вчені: М.М. Александрова, В.Д. Базилевич, В.Д. Бігдаш, Н.М. Внукова, О.Д. Вовчак, О.О. Гаманкова, А.М. Єрмошенко, Д.В. Кондратенко, Ю.Г.

Лисенко, С.В. Науменкова, С.С. Осадець, В.Й. Плиса, Н.В. Ткаченко, І.В. Фисун, О.В. Хавтур, Л.В. Шірінян, а також зарубіжні: Т.Є. Гварліані, Л.А. Орланюк-Малицька, Ю.О. Сплетухов, В.А. Сухов, К.Е. Турбіна, Д. Хемптон.

Слід відзначити, що незважаючи на значний обсяг публікацій, присвячених фінансовій стійкості СК, недостатньо розробленими є питання забезпечення належного рівня капіталізації СК в мінливих умовах ринкової економіки з урахуванням не тільки страхового, але й інших видів ризиків (технічних, інвестиційних, нетехнічних [1]).

Постановка завдання. Метою статті є розробка методу діагностування рівня капіталізації СК з використанням теорії нечіткої логіки.

Виклад основного матеріалу. СК спроможні досягти лідируючих позицій на страховому ринку лише за умови забезпечення належного рівня капіталізації. СК повинна мати такий обсяг капіталу, який би давав змогу нейтралізувати ризики, та отримувати при цьому достатній рівень прибутку. Розмір капіталу СК необхідно коригувати з урахуванням активності СК на страховому ринку та умов невизначеності. Зручним у використанні є узагальнений показник оцінки капіталізації – рівень капіталізації Y . Модель оцінки рівня капіталізації СК представляє собою функціональне відображення виду

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

де Y – рівень капіталізації;

X_i – групові показники, які характеризують різні сторони діяльності СК і є найбільш важливими для діагностування рівня капіталізації СК (достатність капіталу, ефективність використання капіталу, ефективність управління активами, ступінь залежності від зовнішніх джерел функціонування, а також від акціонерів);

N – кількість врахованих груп показників.

При діагностуванні рівня капіталізації СК необхідно враховувати кількісні та якісні показники, невизначеність як статистичної так і лінгвістичної природи, що стає можливим при застосуванні теорії нечіткої логіки. Спираючись на праці з

практичного застосування нечіткої логіки [2, 3] сформулюємо методологічні принципи, які будемо застосовувати при діагностуванні рівня капіталізації СК.

Принцип лінгвістичного опису вхідних і вихідних змінних. Входи об'єкта, що діагностується, і його вихід розглядаються як лінгвістичні змінні, які оцінюються якісними термами. Кожен з термів формалізується нечіткою множиною на відповідному універсумі за допомогою функції належності.

Принцип формування структури діагностичної залежності «входи – вихід» у вигляді нечіткої бази знань. Нечітка база знань є сукупністю правил <Якщо – то>, які відображають досвід експерта і його розуміння причинно-наслідкових зв'язків. Сукупність правил <Якщо – то> можна розглядати як набір точок у просторі «входи – вихід». Застосування механізму нечіткого виведення дозволяє відновлювати по цих точках поверхню «входи – вихід».

Принцип ієрархічності діагностичних знань. При великій кількості параметрів стану процес побудови системи висловлювань «входи – вихід» стає досить складним. У зв'язку з цим доцільно проводити групування параметрів і побудову ієрархічного дерева логічного виведення (рис.1).

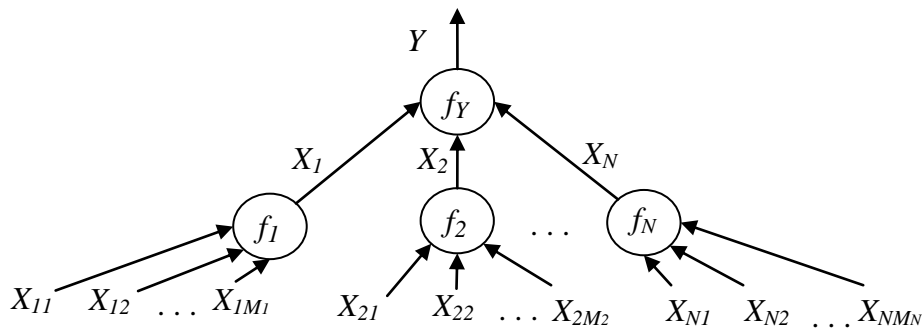


Рис. 1. Ієрархічне дерево логічного виведення

Елементи дерева інтерпретуються таким чином: дуги, що виходять із вершин – це групові показники $\{X_i\}$; дуги, що входять до вершин – це частинні показники (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. Ієрархічному дереву (рис.1) відповідає система відношень

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

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

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

...

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

Доцільність багаторівневого представлення експертних знань обумовлена не тільки природною ієрархічністю об'єкту діагностування, але й необхідністю врахування додаткових параметрів стану по мірі накопичення знань про об'єкт. За рахунок принципу ієрархічності можна враховувати практично необмежену кількість параметрів стану, що впливають на діагноз. Необхідно прагнути до того, щоб кількість аргументів у кожному вузлі дерева не перевищувала 7 ± 2 , бо в оперативній пам'яті людини одночасно утримується не більше 7 ± 2 понять-ознак [2]. Використання принципу ієрархічності дозволяє також спростити продукційні правила та зменшити їх кількість. Значення Y та X_i знаходяться за алгоритмом нечіткого логічного виведення з використанням нечітких баз знань, що апроксимують залежності (2)-(5).

Принцип багатоваріантної оцінки значень параметрів стану. Суть цього принципу полягає в тому, що оцінка довільного параметра стану може бути здійснена числом, лінгвістичним термом або за принципом термометра, запропонованим у [2].

Принцип навчання нечітких баз знань. У відповідності з цим принципом побудова моделі діагностування здійснюється в два етапи. Спочатку за доступною експертною інформацією формуються нечіткі бази знань. Потім параметри нечіткої моделі настроюють за статистичними даними методами нелінійної оптимізації таким чином, щоб мінімізувати відхилення між статистичними даними і результатами нечіткого логічного виведення.

Розглянемо основні етапи діагностування рівня капіталізації СК.

Етап 1. Визначення факторів впливу на капіталізацію СК

В табл.1 представлена система показників (параметрів стану), складена з урахуванням факторів впливу на капіталізацію, наведених у працях [4] і [5], які дозволяють провести діагностику діяльності СК із ризикового страхування за основними напрямками.

Система показників для діагностування рівня капіталізації СК

Показник (лінгвістична змінна)	Розрахункова формула
І група показників кількісно характеризує достатність капіталу СК, X_1	
Показник змін у власному капіталі, X_{11}	$X_{11} = (K(t) / K(t-1)) - 1$, де $K(t)$ – власний капітал СК у звітному періоді
Показник змін у сумі чистих премій, X_{12}	$X_{12} = (П(t) / П(t-1)) - 1$, де $П(t)$ – сума чистих премій у звітному періоді
Коефіцієнт капіталізації, X_{13}	$X_{13} = \text{Власний капітал} / \text{Валюта балансу}$
Рівень покриття власними засобами зобов'язань, X_{14}	$X_{14} = \text{Власний капітал} / \text{Зобов'язання}$
Достатність фактичного розміру маржі платоспроможності, X_{15}	$X_{15} = \text{Фактичний розмір маржі платоспроможності} / \text{Нормативний розмір маржі платоспроможності}$
Коефіцієнт надійності, X_{16}	$X_{16} = \text{Власний капітал} / \text{Нетто-величина технічних резервів}$
ІІ група показників характеризує ефективність використання капіталу СК, X_2	
Рентабельність власного капіталу (ROE), X_{21}	$X_{21} = \text{Прибуток або збиток до оподаткування} / \text{Середня величина власного капіталу за період}$
Чистий прибуток у розрахунку на одну акцію, X_{22}	$X_{22} = \text{Чистий прибуток} / \text{Звичайні акції}$
Мультиплікатор капіталу, X_{23}	$X_{23} = \text{Активи} / \text{Акціонерний капітал}$
Емісійний дохід, X_{24}	$X_{24} = \text{Дохід від емісії акцій} - \text{Витрати на емісію}$
Показник ризику страхування, X_{25}	$X_{25} = \text{Чисті премії} / \text{Чисті активи}$
Коефіцієнт ділової активності, X_{26}	$X_{26} = \text{Надходження страхових премій на певну дату поточного року} / \text{Валюта балансу на цю ж дату за попередній рік}$
Коефіцієнт фінансового потенціалу, X_{27}	$X_{27} = (\text{Власний капітал} + \text{Страхові резерви}) / \text{Нетто-премії}$
ІІІ група показників характеризує ефективність управління активами, X_3	
Показник доходності чистих активів, X_{31}	$X_{31} = \text{Чистий прибуток} / (\text{Активи по балансу} - \text{Нематеріальні активи} - \text{Зобов'язання по балансу})$
Рівень покриття інвестиційними активами страхових резервів, X_{32}	$X_{32} = (\text{Інвестиції} + \text{Грошові кошти}) / \text{Резерв незароблених премій} - \text{нетто-перестрашування}$
Показник ліквідності активів, X_{33}	$X_{33} = \text{Високоліквідні активи} / \text{Зобов'язання}$
Частка негативно класифікованих активів, у яких розміщені страхові резерви, X_{34}	$X_{34} = \text{Негативно класифіковані активи, у яких розміщені страхові резерви} / \text{Загальний розмір активів, у яких розміщені страхові резерви}$
Показник дебіторської заборгованості, X_{35}	$X_{35} = \text{Дебіторська заборгованість} / (\text{Активи} - \text{Нематеріальні активи} - \text{Зобов'язання})$
Показник відношення чистих страхових резервів до чистих активів, X_{36}	$X_{36} = \text{Чисті страхові резерви} / \text{Чисті активи}$
Ступінь диверсифікації інвестиційного портфеля, X_{37}	На основі індекса Херфіндаля-Хіршмана $X_{37} = \sum_{i=1}^n d_i^2,$ де d_i^2 – квадрат частки портфелю i -го інвестиційного активу; n – кількість інвестиційних активів

IV група показників характеризує ступінь залежності від зовнішніх джерел фінансування, а також від акціонерів, X_4	
Коефіцієнт залежності від акціонерів, X_{41}	$X_{41} = \text{Акціонерний капітал} / \text{Всього капітал}$
Співвідношення між статутним фондом і власним капіталом, X_{42}	$X_{42} = \text{Статутний фонд} / \text{Власний капітал}$
Фінансовий леверидж, X_{43}	$X_{43} = \text{Зобов'язання} / \text{Активи}$

Етап 2. Завдання лінгвістичних змінних

Для лінгвістичних змінних з табл.1 потрібно визначити універсуми, термножини та вигляд функцій належності до нечітких термів. Наприклад, для лінгвістичних змінних X_{11} і X_{12} з першої групи (табл.1) можна використати наведену в [4] чотирьохбальну шкалу нечітких термів $T = \{\text{«низький»}, \text{«нижче середнього»}, \text{«середній»}, \text{«високий»}\}$. Розроблена автором шкала нечітких термів для показників $X_{13} - X_{16}$ наведена в табл.2.

Таблиця 2

Формалізація частинних параметрів стану лінгвістичними змінними $X_{13} - X_{16}$

Показник	Універсум	Терми для лінгвістичної оцінки	Діапазони значень показника
X_{ij}	$[\underline{X_{ij}}, \overline{X_{ij}}]$	НВ (неприпустимо вище допустимого діапазону)	$X_{ij}^{HB} < X_{ij} \leq \infty$
		ВО (вище оптимального діапазону, допустиме)	$X_{ij}^{BO} < X_{ij} \leq X_{ij}^{HB}$
		О (оптимальне)	$X_{ij}^O \leq X_{ij} \leq X_{ij}^{BO}$
		НО (нижче оптимального діапазону, допустиме)	$X_{ij}^{HO} \leq X_{ij} < X_{ij}^O$
		НН (неприпустимо нижче допустимого діапазону)	$X_{ij}^{HN} \leq X_{ij} < X_{ij}^{HO}$

Автор використовував дзвіноподібну функцію належності, яка забезпечує достатню “гнучкість” представлення нечіткої інформації, добре апроксимує функції належності, отримані за експертним методом парних порівнянь, має лише два параметри (координата максимуму та коефіцієнт концентрації),

тому при її використанні зменшується розмірність оптимізаційної задачі, що виникає при настроюванні параметрів нечіткої моделі. Розмежування нечітких термів та настройка параметрів функцій належності здійснюється на основі нормативних значень [4], експертних суджень і порівняння значень окремих показників для різних СК.

Етап 3. Створення нечітких баз знань

На цьому етапі виконується апроксимація нелінійних залежностей (2)-(5) за допомогою нечітких баз знань, які представляють таблицями (матрицями знань). В ієрархічно пов'язаних базах знань вихідна змінна однієї бази знань є вхідною для бази знань вищого рівня ієрархії. Нечітка база знань за допомогою операцій \cup (АБО) і \cap (ТА) може бути записана у компактному вигляді. Наприклад, нечітка база знань, що апроксимує нелінійну залежність (2), формалізується у такій формі:

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

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 (рівень капіталізації) 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).

Згідно [2] ізоморфна до нечіткої бази знань (6) система нечітких логічних рівнянь записується у вигляді

$$\mu^{d_j}(X_1, X_2, \dots, X_N) = \bigvee_{p=1}^{k_j} \left(w_{jp} \cdot \bigwedge_{i=1}^N \mu^{a_i^{jp}}(X_i) \right), j = \overline{1, m}, \quad (7)$$

де $\vee (\wedge)$ – операція максимуму (мінімуму);

$\mu^{a_i^{jp}}(X_j)$ – функція належності лінгвістичної змінної X_j до нечіткого терму a_i^{jp} ($i = \overline{1, N}$, $j = \overline{1, m}$, $p = \overline{1, k_j}$);

$\mu^{d_j}(X_1, X_2, \dots, X_N)$ – функція належності вектора групових показників (X_1, X_2, \dots, X_N) до діагнозу d_j , $j = \overline{1, m}$.

Підставляючи у (7) вектор групових показників $X=(X_1, X_2, \dots, X_N)$ отримуємо таку нечітку множину вихідної змінної:

$$\tilde{Y} = (\mu^{d_1}(X) | d_1, \mu^{d_2}(X) | d_2, \dots, \mu^{d_m}(X) | d_m). \quad (8)$$

Як розв'язок обирається діагноз з максимальним ступенем належності:

$$Y = \arg \max_{\{d_1, d_2, \dots, d_m\}} (\mu^{d_1}(X), \mu^{d_2}(X), \dots, \mu^{d_m}(X)). \quad (9)$$

Якщо значення параметру стану X_i задано нечіткою множиною \tilde{X}_i , тоді ступінь її належності до нечіткого терму a_i^{jp} з бази знань (6) розраховується як висота перетину цих нечітких множин [4]:

$$\mu^{a_i^{jp}}(\tilde{X}_i) = \text{height}(a_i^{jp} \cap \tilde{X}_i). \quad (10)$$

Результат логічного виведення по ієрархічному дереву (рис.1) у вигляді нечіткої множини (8) безпосередньо передається в машину нечіткого логічного виведення наступного рівня ієрархії. В ієрархічних базах знань для опису проміжних лінгвістичних змінних достатньо вказати лише терм-множини без побудови функцій належності.

Етап 4. Налаштування параметрів нечіткої моделі

Налаштування ієрархічної моделі діагностування рівня капіталізації СК може бути виконана, наприклад, в пакеті MATLAB шляхом написання m-сценарію з використанням функцій модуля Fuzzy Logic Toolbox, структури даних FIS, якою подається нечітка система в робочій області пакету MATLAB, і функції нелінійної оптимізації fmincon() модуля Optimization Toolbox.

Висновки. Запропонований метод діагностування рівня капіталізації СК дає можливість не тільки визначати рівень капіталізації СК але й відслідковувати динаміку зміни рівня капіталізації СК, аналізувати різні сторони діяльності СК та вживати превентивних заходів для уникнення проблем, викликаних недостатнім рівнем капіталізації. Можливість доповнення ієрархічної моделі новими факторами, а нечітких баз знань – новими правилами надає моделі властивостей гнучкості та адаптивності до мінливих умов ринкової економіки.

Список літератури

1. Report of Solvency Working Party / Prepared for IAA Insurance Regulation Committee in February 2002 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.actuaries.org/CTTEES_INSREG/Documents/Solvency_Report_EN.pdf.
2. Ротштейн, А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети [Текст] / А.П.Ротштейн. – Винница: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 320с.
3. Штовба, С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB [Текст] / С.Д.Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288с.
4. Рекомендації щодо аналізу діяльності страховиків: розпорядження Державної комісії з регулювання ринку фінансових послуг України від 17 березня 2005 р. №3755 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dfp.gov.ua>.
5. Кондратенко, Д.В. Регулювання страхової діяльності на основі оцінки ризиків [Текст] / Д.В. Кондратенко. – Х.: ХДТУБА, 2006. – 19с.

Summary

The system of informative indicators for a diagnostics of level of capitalisation of the insurance company in the basic directions is offered: sufficiency of the capital, efficiency of use of the capital, efficiency of assets management, dependence of the insurance company on external sources of financing. On the basis of theory of fuzzy logic the method of diagnostics is developed.