

РОЗДІЛ 3. ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ

ІНСТРУМЕНТАРІЙ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН
У КОНКУРЕНТНОМУ АНАЛІЗІ ПІДПРИЄМСТВFUZZY SET THEORY TOOLKIT IN COMPETITIVE
ANALYSIS OF ENTERPRISES

У статті розглянуто сутність конкурентного аналізу підприємств, представлено його основні етапи та необхідне методичне забезпечення їх ефективної реалізації. Розроблено методичний підхід до компаративного оцінювання конкурентоспроможності підприємств на основі нечітко-множинних засобів. Для представлення лінгвістичних оцінок експертів у роботі використано нечіткі числа в трикутній формі з трикутними функціями належності. Критерії оцінювання конкурентоспроможності підприємств шляхом декомпозиції розбито на часткові індикатори, для оптимізації структури яких запропоновано використовувати Fuzzy DEMATEL-метод. Для визначення нечітких вагових коефіцієнтів критеріїв оцінювання та їх часткових індикаторів застосовано метод Fuzzy AHP, для обчислення нечітких значень рівня конкурентоспроможності за визначеними напрямками аналізу та інтегрального рівня – модифікований Fuzzy SAW. Розроблений методичний підхід може бути використаний для здійснення бенчмаркінгу, побудови конкурентного профіля підприємства, розроблення та ефективної реалізації конкурентних стратегій компанії.

Ключові слова: конкурентний аналіз, нечіткі множини, лінгвістичні змінні, терм-множина, нечіткий багатокритерійний аналіз, Fuzzy AHP-метод, Fuzzy SAW-метод.

В статье рассмотрена сущность конкурентного анализа предприятий, представ-

лены его основные этапы и необходимое методическое обеспечение их эффективной реализации. Разработан методический подход к компаративному оцениванию конкурентоспособности предприятий на основе нечетко-множественных средств. Для представления лингвистических оценок экспертов в работе использованы нечеткие числа в треугольной форме с треугольными функциями принадлежности. Критерии оценивания конкурентоспособности предприятий путем декомпозиции разбиты на частичные индикаторы, для оптимизации структуры которых предложено использовать Fuzzy DEMATEL-метод. Для определения нечетких весовых коэффициентов критериев оценивания и их частичных индикаторов применен метод Fuzzy AHP, для вычисления нечетких значений уровня конкурентоспособности по определенным направлениям анализа и интегрального уровня – модифицированный Fuzzy SAW. Разработанный методический подход может быть использован для осуществления бенчмаркинга, построения конкурентного профиля предприятия, разработки и эффективной реализации конкурентных стратегий компании.

Ключевые слова: конкурентный анализ, нечеткие множества, лингвистические переменные, терм-множество, нечеткий многокритериальный анализ, Fuzzy AHP-метод, Fuzzy SAW-метод.

УДК 338.58:65.014

<https://doi.org/10.32843/infrastruct45-10>

Балан В.Г.

к.ф.-м.н., доцент,
доцент кафедри менеджменту
інноваційної та інвестиційної діяльності
Київський національний університет
імені Тараса Шевченка

Balan Valeriy

Taras Shevchenko National University
of Kyiv

The article deals with the essence of enterprises competitive analysis. The main stages and the necessary methodological support for their effective implementation are presented. The actualized need for the use of competitive analysis of fuzzy-set theory means and models at the main stages has been determined. These models are sufficiently flexible and adequate to input information and have a high adaptive ability to expert data and to a qualitative and verbal description of parameters. A methodological approach to the comparative assessment of the enterprises competitiveness of one strategic group has been developed. The main criteria for assessing the competitiveness of enterprises have been determined, which are divided into partial indicators by decomposition. It is proposed to use the Fuzzy Dematel method to optimize the structure of these indicators. Fuzzy numbers in triangular form with triangular accessory functions are used to represent the linguistic assessments of experts. The work also uses the methods of strategic analysis and fuzzy methods of multi-criteria analysis to achieve the set goals. The Fuzzy AHP method was used to determine the fuzzy weight coefficients of the assessment criteria and their partial indicators, the Fuzzy SAW modification was used to calculate the fuzzy values of the competitiveness level in certain areas of analysis and the integral level, and the COA (Center Of Area) method was used for defuzzification of the obtained values. For the purpose of practical application of the proposed algorithm, the model is implemented as a framework in the Fuzzy Logic Toolbox package of the Matlab computing system and contains a block for determining the weight coefficients of criteria and their partial indicators, blocks for calculating fuzzy values of the competitiveness level in the areas of analysis and the integral level, a block for defuzzification of these values. The design scheme makes it possible to carry out simulation modeling depending on the modification of the list of certain criteria and indicators for assessing and correcting the experts' considerations. The developed methodological approach can be used for benchmarking, for building an enterprise competitive profile, for strategic planning of enterprise activities in order to develop competitive strategies based on portfolio analysis (General Electric-McKinsey, Shell DPM, SPACE matrices) and their effective implementation.

Key words: competitive analysis, fuzzy sets, linguistic variables, term set, fuzzy multicriteria analysis, Fuzzy AHP-method, Fuzzy SAW-method.

Постановка проблеми. Сучасні умови ведення бізнесу характеризуються нестабільністю, невизначеністю та важкопрогнозованим характером. Значний вплив на них, окрім чинників макроточення (PESTEL-факторів), здійснюють фактори мікросередовища підприємства, зокрема конкурентні. Значно загострила наявні проблеми підприємств довготривала коронавірусна пандемія, яка

кардинально змінила підходи до ведення бізнесу, посилила конкуренцію на глобальних та локальних ринках, спонукала до пошуку більш гнучких та ефективних інструментів стратегічного планування та ведення конкурентної боротьби. Особливу роль у цьому відіграє конкурентний аналіз [2; 3; 5; 9; 11; 12; 16; 17], головна мета здійснення якого, на думку Фляйшера Крейга (директора "Odette Research") та

Бенсуссана Бабета (директора "MindShifts Group Pty. Ltd"), «полягає в кращому розумінні роботи конкурентів для прийняття рішень і розроблення такої стратегії, яка надає конкурентну перевагу, яка, своєю чергою, дає змогу досягти особливих результатів порівняно з конкурентами. Висновки проведеного аналізу повинні бути дієвими, тобто орієнтованими на майбутнє, повинні допомагати фахівцям, що ухвалюють рішення, розробляти кращі конкурентні стратегії, забезпечувати краще розуміння, ніж розуміння конкурентів, і виявляти вже наявних і майбутніх конкурентів, їхні плани й стратегії. Особливе призначення аналізу полягає в досягненні кращих результатів у бізнесі» [12, с. 48]. Цю ж точку зору розділяє гуру стратегічного управління Майкл Портер, який стверджує, що мета конкурентного аналізу полягає в тому, щоби «зрозуміти природу ймовірних змін у стратегії кожного конкурента та успіх цих змін, імовірну реакцію кожного конкурента на комплекс здійснюваних стратегічних ходів інших фірм, на сукупність змін у галузі та ширші зміни у зовнішньому середовищі» [16, с. 47].

Проведення конкурентного аналізу потребує фахових знань, умінь, навичок і навіть певною мірою мистецтва вищого управлінського персоналу. Все це зумовлює необхідність розвитку та вдосконалення класичних методів стратегічного аналізу й розроблення нових підходів та інструментарію.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Теоретичним та методичним аспектам конкурентного аналізу підприємств та управління їх конкурентоспроможністю присвячена велика кількість досліджень, зокрема, таких відомих зарубіжних та вітчизняних учених, як І. Ансофф [1], Р. Грант [3], П. Дойль, Н. Лейк, А. Томпсон, А. Стрікленд [9], М. Портер [16], Д. Хассі [11], Т. Вілін, Д. Хангер, А. Хофман, К. Бемфорд [17], Г. Азоєв, О. Драган [5], К. Фляйшер, Б. Бенсуссан [12], Л. Довгань, А. Наливайко, Н. Подольчак, З. Шершньова, А. Шегда, О. Янковий. Аналіз останніх публікацій з цієї тематики дає змогу стверджувати, що надзвичайно цікавим і перспективним напрямом сучасних прикладних досліджень у конкурентному аналізі є застосування методів та моделей нечіткої множинної теорії [18], які мають високу адаптаційну здатність до експертних даних, до якісного, вербального опису параметрів, що аналізуються, є досить гнучкими та адекватними вхідній інформації. Основні положення теорії нечіткої логіки, що базуються на математичній теорії нечітких множин, були запропоновані американським математиком Лотфі Заде у 1965 році в роботі "Fuzzy Sets" та в його інших працях. Серед останніх публікацій з цієї теми слід виділити роботу [4], де запропонована ієрархічна модель оцінювання конкурентоспроможності страхової компанії, розроблена на

основі нечіткої логіки. У ній визначені та згруповані фактори впливу на конкурентоспроможність страхової компанії, а для ієрархічного дерева логічного висновку побудовані нечіткі бази знань. Ця модель дає можливість визначати рівень конкурентоспроможності страхової компанії, аналізувати різні сторони її діяльності (фінансовий стан, ефективність управління тощо). Передбачена можливість налаштування параметрів моделі за статистичними даними. У роботі [7] розглянуто можливість використання методу нечіткої логіки для оцінювання конкурентоспроможності інноваційної продукції промислових підприємств, умови вибору вхідних та вихідних змінних, тип функції належності та наведено систему логічних правил. Авторами [8] запропоновано та обґрунтовано нечітко-логічний та нейромережевий підходи до оцінювання конкурентоспроможності інноваційних підприємств. У джерелі [10] розроблена методика оцінювання конкурентоспроможності підприємства засобами нечіткої логіки шляхом побудови багаторівневої ієрархічної моделі у вигляді нейро-нечіткої мережі, де рівень стратегічної конкурентоспроможності визначається на основі окремих оцінювань досягнутого рівня тактичної конкурентоспроможності та конкурентостійкості підприємства. У джерелі [6] розроблено методичний підхід до оцінювання конкурентоспроможності диверсифікованих підприємств з урахуванням структури їх бізнес-портфеля за допомогою багатокритерійного аналізу з використанням засобів нечіткої логіки. Автори [13] презентують логіко-лінгвістичну модель оцінювання конкурентоспроможності підприємства на основі лінгвістичних оцінок за такими напрямками, як ефективність продажів продукції та її просування, ефективність виробництва, людські ресурси, конкурентоспроможність продукції, фінансовий стан компанії, організаційна культура підприємства, зовнішня діяльність, рівень менеджменту.

Незважаючи на значні досягнення в галузі вдосконалення інструментарію конкурентного аналізу та управління конкурентоспроможністю підприємств, існують питання, що потребують поглибленого дослідження.

Постановка завдання. Метою статті є розгляд сутності сучасного конкурентного аналізу, його основних етапів та необхідного методичного забезпечення їх ефективної реалізації, а також розроблення методичного підходу до компаративного оцінювання конкурентоспроможності підприємств на основі нечіткої-множинних засобів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Конкурентний аналіз – це вид управлінського аналізу, спрямованого на стратегічне дослідження конкурентного оточення підприємства та вивчення практики ведення конкурентної боротьби на ринку задля забезпечення переваг над опонентами [2, с. 164]. Головна мета конкурентного аналізу

полягає в умінні визначати, а також швидко та ефективно використовувати в конкурентній боротьбі власні переваги. Усі зусилля у сферах виробництва, збуту та управління мають бути спрямовані на розвиток саме тих якостей і властивостей організації (або продукції, що випускається нею, надаваних послуг), які вигідно відрізняють її від потенційних або реальних конкурентів [2, с. 164]. Конкретним підсумком конкурентного аналізу з прийняттям до уваги результатів зіставлення індивідуальних характеристик конкурентів і базового підприємства, а також з урахуванням потреб ринку й цільової аудиторії є розробки, які можуть бути використані для формування його

конкурентних переваг, а також для вибору та реалізації конкурентної стратегії фірми. Відповідно до цього на рис. 1 представлені основні етапи та необхідне методичне забезпечення їх реалізації для проведення ефективного конкурентного аналізу підприємства.

Одним з основних етапів цього аналізу є компаративне оцінювання конкурентоспроможності підприємств галузі чи однієї стратегічної групи, яке дає змогу шляхом порівняння з конкурентами визначити свої сильні та слабкі сторони, розробити стратегічні рекомендації для посилення конкурентних переваг підприємства. Особливо потужним з цієї точки зору є інструментарій



Рис. 1. Етапи проведення конкурентного аналізу підприємства

Джерело: розроблено автором

багатокритерійного нечіткого аналізу, який використовується автором у розробленій моделі нечіткого оцінювання конкурентів. Алгоритм цієї моделі містить такі етапи.

Етап 1. Визначення системи критеріїв оцінювання конкурентоспроможності підприємств-конкурентів. На думку автора, ця система має охоплювати такі напрями (рис. 2): 1-й – управління та кадровий потенціал (S); 2-й – організаційна конкурентоспроможність (O); 3-й – інформаційне забезпечення (I); 4-й – виробнича діяльність (P); 5-й – технологічна конкурентоспроможність (T); 6-й – фінансовий потенціал (F); 7-й – маркетингова діяльність (M); 8-й – інвестиційна діяльність (C).

Зазначимо, що автор не ставить у дослідженні мету надати повний перелік часткових індикаторів для кожного критерія оцінювання. Це можна досить ефективно зробити за допомогою Fuzzy DEMATEL-методу [15]. Відзначимо також, що цей перелік критеріїв оцінювання та їх часткових

індикаторів може бути адаптований відповідно до цілей конкурентного аналізу та реляційного простору підприємства.

Етап 2. Нечітке оцінювання важливості визначених критеріїв оцінювання конкурентоспроможності підприємства та їх часткових індикаторів на основі застосування Fuzzy ANP [14].

Розглянемо застосування цієї процедури для основних критеріїв оцінювання. Вона передбачає виконання таких кроків.

Крок 1. Побудова кожним експертом матриці парних порівнянь критеріїв оцінювання на основі лінгвістичної шкали (терм-множини), наведеної в табл. 1: $Q^k = \|q_{ij}^k\|_{N \times N}$, де q_{ij}^k – лінгвістична оцінка k -м експертом переважності i -го критерія над j -м при їх парному порів'язанні, $i, j = 1, 2, \dots, N$ ($N = 8$); $k = 1, 2, \dots, K$.

Крок 2. Переведення лінгвістичних оцінок у нечіткі числа на основі шкали, наведеної в табл. 1,

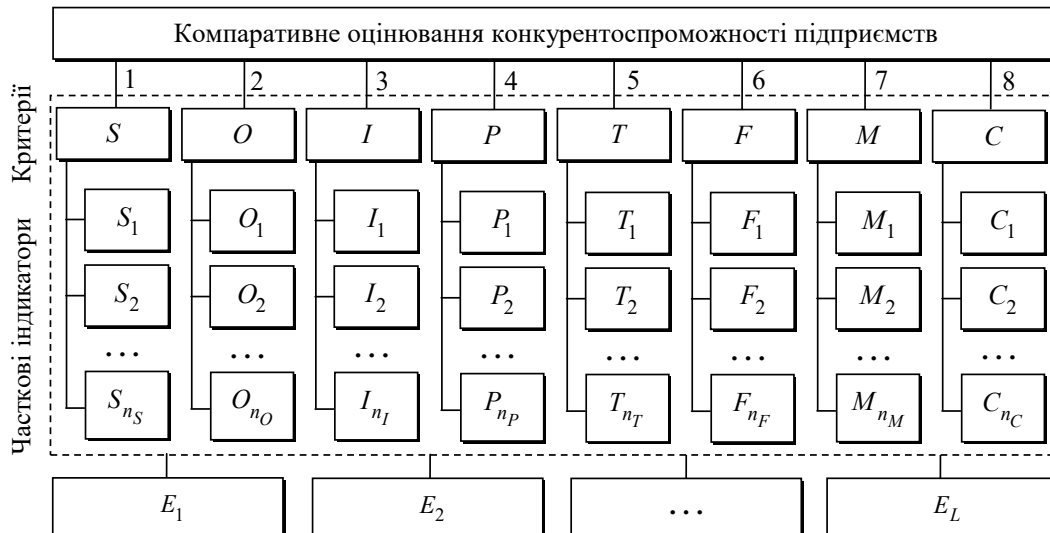


Рис. 2. Ієрархія проблеми компаративного оцінювання підприємств

Джерело: розроблено автором

Таблиця 1

Шкала переведення лінгвістичних термів у нечіткі триангулярні числа

Лінгвістичні терми для визначення відносної важливості критеріїв (i -го критерія з j -м)	Позначення	\tilde{a}_{ij}	\tilde{a}_{ji}
Рівноцінні (Equal)	E	(1; 1; 1)	(1; 1; 1)
Помірна перевага (Moderate)	M	(2; 3; 4)	(1/4; 1/3; 1/2)
Сильна перевага (Strong)	S	(4; 5; 6)	(1/6; 1/5; 1/4)
Дуже сильна перевага (Very Strong)	VS	(6; 7; 8)	(1/8; 1/7; 1/6)
Надзвичайно сильна перевага (Extremaly Strong)	ES	(8; 9; 9)	(1/9; 1/9; 1/8)
Проміжні (intermediate) нечіткі значення			
Дуже слабка перевага (між E та M)	EiM	(1; 2; 3)	(1/3; 1/2; 1)
Перевага (між M та S)	MiS	(3; 4; 5)	(1/5; 1/4; 1/3)
Сильна перевага (між S та VS)	SiVS	(5; 6; 7)	(1/7; 1/6; 1/5)
Дуже сильна перевага (між VS та ES)	VSiES	(7; 8; 9)	(1/9; 1/8; 1/7)

та відповідних триангулярних нечітких чисел з відповідними функціями належності (рис. 3): $Q^k \rightarrow \tilde{F}^k$. Таким чином, одержимо нечіткі матриці парних порівнянь визначених критеріїв оцінювання, побудовані експертами: $\tilde{F}^k = \|\tilde{f}_{ij}^k\|_{N \times N} = \|(\alpha_{ij}^k; \beta_{ij}^k; \gamma_{ij}^k)\|_{N \times N}$, $k = 1; 2; \dots; K$.

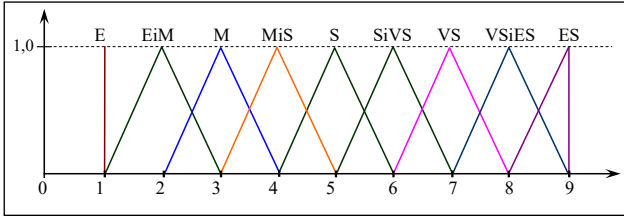


Рис. 3. Трикутні функції належності термів під час застосування ФАНР

Крок 3. Обчислення інтегральної нечіткої матриці парних порівнянь визначених напрямів на основі агрегації нечітких матриць $\tilde{F}^1, \tilde{F}^2, \dots, \tilde{F}^K$ за допомогою такого співвідношення:

$$\tilde{F} = \frac{1}{K} \bigoplus_{k=1}^K \tilde{f}_{ij}^k = \left(\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \alpha_{ij}^k; \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \beta_{ij}^k; \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \gamma_{ij}^k \right) = \|(\alpha_{ij}; \beta_{ij}; \gamma_{ij})\|_{N \times N} = \|\tilde{f}_{ij}\|_{N \times N}. \quad (1)$$

Крок 4. Відповідно до методології Fuzzy ANP [14] для одержаної матриці \tilde{F} розрахуємо нечіткі числа:

$$\tilde{s}_i = (\sqrt[N]{\alpha_{i1} \times \dots \times \alpha_{iN}}; \sqrt[N]{\beta_{i1} \times \dots \times \beta_{iN}}; \sqrt[N]{\gamma_{i1} \times \dots \times \gamma_{iN}}) = (\alpha_i; \beta_i; \gamma_i), \quad i = 1, 2, \dots, N.$$

Далі обчислимо:

$$\tilde{r} = \tilde{s}_1 (+) \tilde{s}_2 (+) \dots (+) \tilde{s}_N = (\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_N; \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_N; \gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_N) = (r_\alpha; r_\beta; r_\gamma)$$

$$\text{та } \tilde{r}^{-1} = \left(\frac{1}{r_\gamma}; \frac{1}{r_\beta}; \frac{1}{r_\alpha} \right).$$

Нечіткі вагові коефіцієнти критеріїв оцінювання конкурентоспроможності одержимо на основі таких співвідношень: $\tilde{V}_i = (\alpha_i; \beta_i; \gamma_i) \times \left(\frac{1}{r_\gamma}; \frac{1}{r_\beta}; \frac{1}{r_\alpha} \right) = \left(\frac{\alpha_i}{r_\gamma}; \frac{\beta_i}{r_\beta}; \frac{\gamma_i}{r_\alpha} \right) = (V_i^\alpha; V_i^\beta; V_i^\gamma)$. Ці значення потребують нормалізації. Для цього, використовуючи метод COA (Centre Of Area) [15], спочатку дефазифікуємо одержані числа за допомогою такого співвідношення $\tilde{V}_i^{def} = \frac{(V_i^\gamma - V_i^\alpha) + (V_i^\beta - V_i^\alpha)}{3} + V_i^\alpha$, а потім для безпосередньої нормалізації скористаємося такою формулою:

$$\tilde{W}_i = \left(V_i^\alpha / \sum_{i=1}^N \tilde{V}_i^{def}; V_i^\beta / \sum_{i=1}^N \tilde{V}_i^{def}; V_i^\gamma / \sum_{i=1}^N \tilde{V}_i^{def} \right) = (W_i^\alpha; W_i^\beta; W_i^\gamma).$$

Для зручності переозначимо ці вагові коефіцієнти таким чином: $\tilde{W}^S = \tilde{W}_1, \tilde{W}^O = \tilde{W}_2, \tilde{W}^I = \tilde{W}_3, \tilde{W}^P = \tilde{W}_4, \tilde{W}^T = \tilde{W}_5, \tilde{W}^F = \tilde{W}_6, \tilde{W}^M = \tilde{W}_7, \tilde{W}^C = \tilde{W}_8$.

Аналогічним чином визначаються вагові коефіцієнти часткових індикаторів для кожного критерія оцінювання. Позначимо їх так:

$$\tilde{w}_j^S = (w_{1j}^S, w_{2j}^S, w_{3j}^S), \quad j = 1, \dots, n_S;$$

$$\tilde{w}_j^O = (w_{1j}^O, w_{2j}^O, w_{3j}^O), \quad j = 1, \dots, n_O;$$

$$\tilde{w}_j^I = (w_{1j}^I, w_{2j}^I, w_{3j}^I), \quad j = 1, \dots, n_I;$$

$$\tilde{w}_j^P = (w_{1j}^P, w_{2j}^P, w_{3j}^P), \quad j = 1, \dots, n_P;$$

$$\tilde{w}_j^T = (w_{1j}^T, w_{2j}^T, w_{3j}^T), \quad j = 1, \dots, n_T;$$

$$\tilde{w}_j^F = (w_{1j}^F, w_{2j}^F, w_{3j}^F), \quad j = 1, \dots, n_F;$$

$$\tilde{w}_j^M = (w_{1j}^M, w_{2j}^M, w_{3j}^M), \quad j = 1, \dots, n_M;$$

$$\tilde{w}_j^C = (w_{1j}^C, w_{2j}^C, w_{3j}^C), \quad j = 1, \dots, n_C;$$

Етап 3. Оцінювання підприємств-конкурентів за частковими індикаторами кожного критерію. Його зручно виконувати з використанням лінгвістичних оцінок на основі терм-множини $T = \{\text{надзвичайно низький рівень} - \text{Extremely Low (EL)}, \text{дуже низький} - \text{Very Low (VL)}, \text{низький} - \text{Low (L)}, \text{середній} - \text{Medium (M)}, \text{високий} - \text{High (H)}, \text{дуже високий} - \text{Very High (VH)}, \text{надзвичайно високий} - \text{Extremely High (EH)}\}$. Семантика термів задається нечіткими триангулярними числами на інтервалі $[0; 6]$ з відповідними функціями належності (рис. 4): EL: (0; 0; 1); VL: (0; 1; 2); L: (1; 2; 3); M: (2; 3; 4); H: (3; 4; 5); VH: (4; 5; 6); EH: (5; 6; 6).

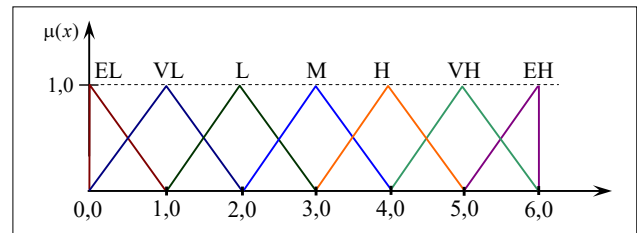


Рис. 4. Трикутні функції належності термів оцінювання

Нехай із урахуванням трикутного представлення лінгвістичних оцінок експертів за частковими індикаторами кожного критерія для i -го підприємства після агрегації матимемо такі нечіткі значення: $\tilde{R}_{ij}^S = (R_{1ij}^S; R_{2ij}^S; R_{3ij}^S), \tilde{R}_{ij}^O = (R_{1ij}^O; R_{2ij}^O; R_{3ij}^O), \tilde{R}_{ij}^I = (R_{1ij}^I; R_{2ij}^I; R_{3ij}^I), \tilde{R}_{ij}^P = (R_{1ij}^P; R_{2ij}^P; R_{3ij}^P), \tilde{R}_{ij}^T = (R_{1ij}^T; R_{2ij}^T; R_{3ij}^T), \tilde{R}_{ij}^F = (R_{1ij}^F; R_{2ij}^F; R_{3ij}^F), \tilde{R}_{ij}^M = (R_{1ij}^M; R_{2ij}^M; R_{3ij}^M), \tilde{R}_{ij}^C = (R_{1ij}^C; R_{2ij}^C; R_{3ij}^C)$ (j – номер відповідного часткового індикатора).

Введемо такі позначення:

$$\tilde{R}_i^{S*} = \max_j \tilde{R}_{ij}^S = (\max_j R_{1ij}^S; \max_j R_{2ij}^S; \max_j R_{3ij}^S) = (R_{1i}^{S*}; R_{2i}^{S*}; R_{3i}^{S*});$$

$$\tilde{R}_i^{O*} = \max_j \tilde{R}_{ij}^O = (\max_j R_{1ij}^O; \max_j R_{2ij}^O; \max_j R_{3ij}^O) = (R_{1i}^{O*}; R_{2i}^{O*}; R_{3i}^{O*});$$

$$\tilde{R}_i^{I*} = \max_j \tilde{R}_{ij}^I = (\max_j R_{1ij}^I; \max_j R_{2ij}^I; \max_j R_{3ij}^I) = (R_{1i}^{I*}; R_{2i}^{I*}; R_{3i}^{I*});$$

$$\tilde{R}_i^{P*} = \max_j \tilde{R}_{ij}^P = (\max_j R_{1ij}^P; \max_j R_{2ij}^P; \max_j R_{3ij}^P) = (R_{1i}^{P*}; R_{2i}^{P*}; R_{3i}^{P*});$$

$$\tilde{R}_i^{T*} = \max_j \tilde{R}_{ij}^T = (\max_j R_{1ij}^T; \max_j R_{2ij}^T; \max_j R_{3ij}^T) = (R_{1i}^{T*}; R_{2i}^{T*}; R_{3i}^{T*});$$

$$\tilde{R}_i^{F*} = \max_j \tilde{R}_{ij}^F = (\max_j R_{1ij}^F; \max_j R_{2ij}^F; \max_j R_{3ij}^F) = (R_{1i}^{F*}; R_{2i}^{F*}; R_{3i}^{F*});$$

$$\tilde{R}_j^{M*} = \max_i \tilde{R}_{ij}^M = (\max_i R_{1j}^M; \max_i R_{2j}^M; \max_i R_{3j}^M) = (R_{1j}^{M*}; R_{2j}^{M*}; R_{3j}^{M*});$$

$$\tilde{R}_j^{C*} = \max_i \tilde{R}_{ij}^C = (\max_i R_{1j}^C; \max_i R_{2j}^C; \max_i R_{3j}^C) = (R_{1j}^{C*}; R_{2j}^{C*}; R_{3j}^{C*}).$$

Етап 4. Для визначення нечітких значень конкурентоспроможності підприємств за кожним напрямом аналізу скористаємося модифікованим Fuzzy SAW-методом та формулами (2) – (9).

$$\tilde{S}_i = \frac{\bigoplus_{j=1}^{n_s} \tilde{w}_j^S(x) \tilde{R}_{ij}^S}{\bigoplus_{j=1}^{n_s} \tilde{w}_j^S(x) \tilde{R}_j^S} = \left(\frac{\sum_{j=1}^{n_s} w_{1j}^S \times R_{1ij}^S; \sum_{j=1}^{n_s} w_{2j}^S \times R_{2ij}^S; \sum_{j=1}^{n_s} w_{3j}^S \times R_{3ij}^S}{\sum_{j=1}^{n_s} w_{1j}^S \times R_{1j}^S; \sum_{j=1}^{n_s} w_{2j}^S \times R_{2j}^S; \sum_{j=1}^{n_s} w_{3j}^S \times R_{3j}^S} \right) = (S_{1i}; S_{2i}; S_{3i}); \quad (2)$$

$$\tilde{O}_i = \frac{\bigoplus_{j=1}^{n_o} \tilde{w}_j^O(x) \tilde{R}_{ij}^O}{\bigoplus_{j=1}^{n_o} \tilde{w}_j^O(x) \tilde{R}_j^O} = \left(\frac{\sum_{j=1}^{n_o} w_{1j}^O \times R_{1ij}^O; \sum_{j=1}^{n_o} w_{2j}^O \times R_{2ij}^O; \sum_{j=1}^{n_o} w_{3j}^O \times R_{3ij}^O}{\sum_{j=1}^{n_o} w_{1j}^O \times R_{1j}^O; \sum_{j=1}^{n_o} w_{2j}^O \times R_{2j}^O; \sum_{j=1}^{n_o} w_{3j}^O \times R_{3j}^O} \right) = (O_{1i}; O_{2i}; O_{3i}); \quad (3)$$

$$\tilde{I}_i = \frac{\bigoplus_{j=1}^{n_l} \tilde{w}_j^I(x) \tilde{R}_{ij}^I}{\bigoplus_{j=1}^{n_l} \tilde{w}_j^I(x) \tilde{R}_j^I} = \left(\frac{\sum_{j=1}^{n_l} w_{1j}^I \times R_{1ij}^I; \sum_{j=1}^{n_l} w_{2j}^I \times R_{2ij}^I; \sum_{j=1}^{n_l} w_{3j}^I \times R_{3ij}^I}{\sum_{j=1}^{n_l} w_{1j}^I \times R_{1j}^I; \sum_{j=1}^{n_l} w_{2j}^I \times R_{2j}^I; \sum_{j=1}^{n_l} w_{3j}^I \times R_{3j}^I} \right) = (I_{1i}; I_{2i}; I_{3i}); \quad (4)$$

$$\tilde{P}_i = \frac{\bigoplus_{j=1}^{n_p} \tilde{w}_j^P(x) \tilde{R}_{ij}^P}{\bigoplus_{j=1}^{n_p} \tilde{w}_j^P(x) \tilde{R}_j^P} = \left(\frac{\sum_{j=1}^{n_p} w_{1j}^P \times R_{1ij}^P; \sum_{j=1}^{n_p} w_{2j}^P \times R_{2ij}^P; \sum_{j=1}^{n_p} w_{3j}^P \times R_{3ij}^P}{\sum_{j=1}^{n_p} w_{1j}^P \times R_{1j}^P; \sum_{j=1}^{n_p} w_{2j}^P \times R_{2j}^P; \sum_{j=1}^{n_p} w_{3j}^P \times R_{3j}^P} \right) = (P_{1i}; P_{2i}; P_{3i}); \quad (5)$$

$$\tilde{T}_i = \frac{\bigoplus_{j=1}^{n_t} \tilde{w}_j^T(x) \tilde{R}_{ij}^T}{\bigoplus_{j=1}^{n_t} \tilde{w}_j^T(x) \tilde{R}_j^T} = \left(\frac{\sum_{j=1}^{n_t} w_{1j}^T \times R_{1ij}^T; \sum_{j=1}^{n_t} w_{2j}^T \times R_{2ij}^T; \sum_{j=1}^{n_t} w_{3j}^T \times R_{3ij}^T}{\sum_{j=1}^{n_t} w_{1j}^T \times R_{1j}^T; \sum_{j=1}^{n_t} w_{2j}^T \times R_{2j}^T; \sum_{j=1}^{n_t} w_{3j}^T \times R_{3j}^T} \right) = (T_{1i}; T_{2i}; T_{3i}); \quad (6)$$

$$\tilde{F}_i = \frac{\bigoplus_{j=1}^{n_f} \tilde{w}_j^F(x) \tilde{R}_{ij}^F}{\bigoplus_{j=1}^{n_f} \tilde{w}_j^F(x) \tilde{R}_j^F} = \left(\frac{\sum_{j=1}^{n_f} w_{1j}^F \times R_{1ij}^F; \sum_{j=1}^{n_f} w_{2j}^F \times R_{2ij}^F; \sum_{j=1}^{n_f} w_{3j}^F \times R_{3ij}^F}{\sum_{j=1}^{n_f} w_{1j}^F \times R_{1j}^F; \sum_{j=1}^{n_f} w_{2j}^F \times R_{2j}^F; \sum_{j=1}^{n_f} w_{3j}^F \times R_{3j}^F} \right) = (F_{1i}; F_{2i}; F_{3i}); \quad (7)$$

$$\tilde{M}_i = \frac{\bigoplus_{j=1}^{n_m} \tilde{w}_j^M(x) \tilde{R}_{ij}^M}{\bigoplus_{j=1}^{n_m} \tilde{w}_j^M(x) \tilde{R}_j^M} = \left(\frac{\sum_{j=1}^{n_m} w_{1j}^M \times R_{1ij}^M; \sum_{j=1}^{n_m} w_{2j}^M \times R_{2ij}^M; \sum_{j=1}^{n_m} w_{3j}^M \times R_{3ij}^M}{\sum_{j=1}^{n_m} w_{1j}^M \times R_{1j}^M; \sum_{j=1}^{n_m} w_{2j}^M \times R_{2j}^M; \sum_{j=1}^{n_m} w_{3j}^M \times R_{3j}^M} \right) = (M_{1i}; M_{2i}; M_{3i}); \quad (8)$$

$$\tilde{C}_i = \frac{\bigoplus_{j=1}^{n_c} \tilde{w}_j^C(x) \tilde{R}_{ij}^C}{\bigoplus_{j=1}^{n_c} \tilde{w}_j^C(x) \tilde{R}_j^C} = \left(\frac{\sum_{j=1}^{n_c} w_{1j}^C \times R_{1ij}^C; \sum_{j=1}^{n_c} w_{2j}^C \times R_{2ij}^C; \sum_{j=1}^{n_c} w_{3j}^C \times R_{3ij}^C}{\sum_{j=1}^{n_c} w_{1j}^C \times R_{1j}^C; \sum_{j=1}^{n_c} w_{2j}^C \times R_{2j}^C; \sum_{j=1}^{n_c} w_{3j}^C \times R_{3j}^C} \right) = (C_{1i}; C_{2i}; C_{3i}). \quad (9)$$

Етап 5. Визначення інтегрального рівня конкурентоспроможності підприємств.

Введемо такі позначення:

$$\tilde{S}^* = (\max_i S_{1i}; \max_i S_{2i}; \max_i S_{3i});$$

$$\tilde{O}^* = (\max_i O_{1i}; \max_i O_{2i}; \max_i O_{3i});$$

$$\tilde{I}^* = (\max_i I_{1i}; \max_i I_{2i}; \max_i I_{3i});$$

$$\tilde{P}^* = (\max_i P_{1i}; \max_i P_{2i}; \max_i P_{3i});$$

$$\tilde{T}^* = (\max_i T_{1i}; \max_i T_{2i}; \max_i T_{3i});$$

$$\tilde{F}^* = (\max_i F_{1i}; \max_i F_{2i}; \max_i F_{3i});$$

$$\tilde{M}^* = (\max_i M_{1i}; \max_i M_{2i}; \max_i M_{3i});$$

$$\tilde{C}^* = (\max_i C_{1i}; \max_i C_{2i}; \max_i C_{3i}).$$

Для обчислення нечіткої інтегральної оцінки рівня конкурентоспроможності *i*-го підприємства $T\tilde{C}_i$ (рис. 5) скористаємося формулою (10):

$$T\tilde{C}_i = (\tilde{W}^S(x)\tilde{S}_i(+)\tilde{W}^O(x)\tilde{O}_i(+)\tilde{W}^I(x)\tilde{I}_i(+)\tilde{W}^P(x)\tilde{P}_i(+)\tilde{W}^T(x)\tilde{T}_i(+)\tilde{W}^F(x)\tilde{F}_i(+)$$

$$(+)\tilde{W}^M(x)\tilde{M}_i(+)\tilde{W}^C(x)\tilde{C}_i)/(\tilde{W}^S(x)\tilde{S}^*(+)\tilde{W}^O(x)\tilde{O}^*(+)\tilde{W}^I(x)\tilde{I}^*(+)$$

$$(+)\tilde{W}^P(x)\tilde{P}^*(+)\tilde{W}^T(x)\tilde{T}^*(+)\tilde{W}^F(x)\tilde{F}^*(+)\tilde{W}^M(x)\tilde{M}^*(+)\tilde{W}^C(x)\tilde{C}^*). \quad (10)$$

Задля практичного застосування запропонованого алгоритму методичний підхід реалізований у вигляді фреймворку в пакеті “Fuzzy Logic Toolbox” обчислювальної системи “Matlab” і містить блок визначення вагових коефіцієнтів критеріїв та їх часткових індикаторів, блоки обчислення нечітких значень рівня конкурентоспроможності за напрямом аналізу та інтегрального рівня, блок дефазифікації цих значень. Розрахункова схема дає змогу проводити імітаційне моделювання залежно від модифікації переліку визначених критеріїв та індикаторів оцінювання й корекції міркувань експертів.

Висновки з проведеного дослідження. Таким чином, запропонована методика конкурентного

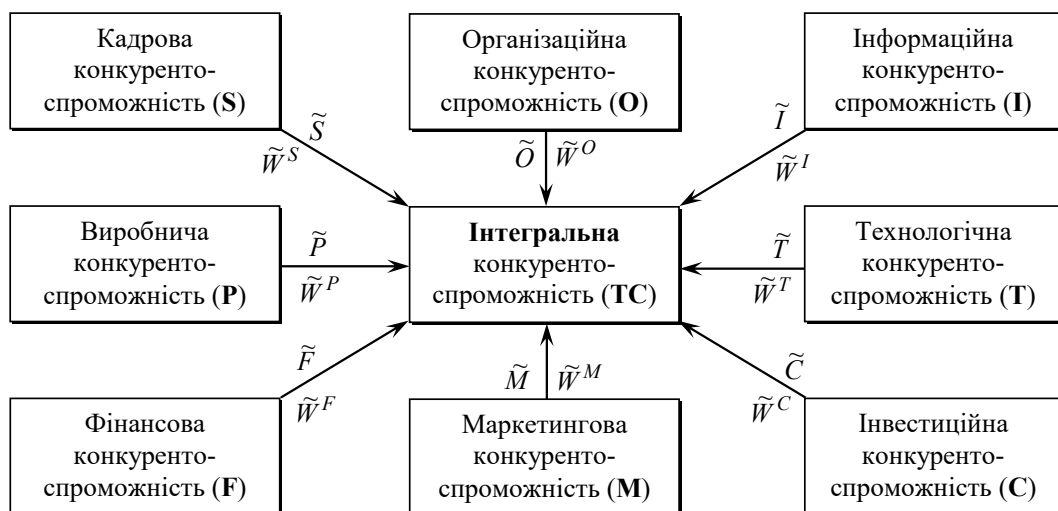


Рис. 5. Визначення інтегральної оцінки конкурентоспроможності підприємства

Джерело: розроблено автором

аналізу підприємств дає змогу більш комплексно та гнучко підійти до процесу їх компаративного оцінювання за рахунок більш повного врахування суб'єктивних, неформалізованих, нечітких вхідних даних, думок і суджень експертів.

Розроблений методичний підхід може бути використаний для здійснення бенчмаркінгу, побудови конкурентного профіля підприємства, стратегічного планування діяльності підприємств задля розроблення конкурентних стратегій на основі портфельного аналізу (матриць General Electric-McKinsey, Shell DPM, SPACE) та їх ефективної реалізації.

Подальші розвідки з цієї теми дослідження можуть бути спрямовані на застосування нечітких методів багатокритерійного аналізу (FUZZY TOPSIS, COPRAS, VIKOR, DEMATEL, АНР, MOORA, ARAS, LINMAP, PROMETEE, ELECTRE тощо) для порівняльного оцінювання конкурентоспроможності підприємств.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Ансофф І. Стратегическое управление. Москва : Экономика, 1989. 519 с.
2. Балан В. Стратегічне управління : практикум. Київ : Наукова столиця, 2018. 524 с.
3. Грант Р. Современный стратегический анализ. 5-е изд. Санкт-Петербург : Питер, 2008. 560 с.
4. Гриценко К. Метод оцінювання конкурентоспроможності страхових компаній на основі нечіткої логіки. *Фінансовий менеджмент*. 2011. № 1 (1). С. 79–84.
5. Драган О. Управління конкурентоспроможністю підприємств: теоретичні аспекти : монографія. Київ : ДАККіМ, 2006. 160 с.
6. Лисенко К. Методичний підхід до оцінювання рівня конкурентоспроможності диверсифікованих підприємств. *Ефективна економіка*. 2019. № 3. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6966> (дата звернення: 1.08.2020).
7. М'ячин В. Оцінка конкурентоспроможності промислової інноваційної продукції за допомогою методу нечіткої логіки. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Економічні науки*. 2016. Вип. 16. Ч. 2. С. 68–71.
8. М'ячин В., Алейнікова К. Сучасні та перспективні методи оцінки конкурентоспроможності інноваційних підприємств та конкурентоспроможності інноваційної продукції. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2018. Вип. 22. Ч. 2. С. 134–137.
9. Томпсон А., Стрикленд А. Стратегический менеджмент: концепции и ситуации для анализа / пер. с англ. 12-е изд. Москва : Издательский дом «Вильямс», 2006. 928 с.
10. Тригуб А., Білецький О., Овчаренко О. Оцінювання конкурентоспроможності підприємства засобами нечіткої логіки. *Економічний вісник ДВНЗ УДХТУ*. 2015. № 2 (2). С. 30–35.
11. Хасси Д. Стратегия и планирование. Санкт-Петербург : Питер, 2008. 560 с.

12. Фляйшер К., Бенсуссан Б. Стратегический и конкурентный анализ. Методы и средства конкурентного анализа в бизнесе. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. 541 с.

13. Azarova A., Zhytkevych O. Mathematical methods of identification of Ukrainian enterprises competitiveness level by fuzzy logic using. *Економічний часопис – XXI*. 2013. № 9.10 (2). С. 59–62.

14. Chang D.Y. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*. 1996. Vol. 95 (3). P. 649–655.

15. Deng Q., Liu X., Liao H. Identifying Critical Factors in the Eco-Efficiency of Remanufacturing Based on the Fuzzy DEMATEL Method. *Sustainability*. 2015. Vol. 7. № 11. P. 15527–15547.

16. Porter M.E. Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competitors. Simon and Schuster, 2008. 390 p.

17. Wheelen T.L., Hunger D.L. Hoffman A.N., Bamford C.E. Strategic Management and Business Policy. Globalization, innovation, and sustainability. Pearson Education Limited, 2018. 851 p.

18. Zadeh L.A. Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility. *Fuzzy Sets and Systems*. 1978. Vol. 1. № 1. P. 89–100.

REFERENCES:

1. Ansoff I. (1989) *Strategicheskoe upravlenie*. Moskva: Jekonomika, 519 p. (in Russian).
2. Balan V. (2018) *Stratehichne upravlinnia. Praktykum* [Strategic management. Workshop]. 2-he vyd., pererob. i dop. Kyiv: Naukova stolytsia, 524 p. (in Ukrainian).
3. Grant R. (2008) *Sovremennyj strategicheskij analiz: 5-e izd.* [Contemporary strategy analysis: fifth edition]. SPb: Piter, 560 p. (in Russian).
4. Hrytsenko K. (2011) *Metod otsiniuvannia konkurentospromozhnosti strakhovykh kompanij na osnovi nechitkoi lohiky* [Assessing the competitiveness of the enterprise by means of fuzzy logic]. *Finansovyy menedzhment*, no. 1 (1), pp. 79–84 (in Ukrainian).
5. Drahan O. (2006) *Upravlinnia konkurentospromozhnosti pidpriemstv: teoretychni aspekty*. Monohrafiia [Management of enterprise competitiveness: theoretical aspects. Monograph]. Kyiv: DAKKKiM, 160 p. (in Ukrainian).
6. Lysenko K. (2019) Methodical approach to assessment of the competitiveness level of diversified enterprises. *Efektivna ekonomika* [Online], no. 3. Available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6966> (accessed 01 Aug 2020) (in Ukrainian).
7. M'iachyn V. (2016) *Otsinka konkurentospromozhnosti promyslovoi innovatsijnoi produktsii za dopomohoiu metodu nechitkoi lohiky* [Assessment of competitiveness of industrial innovation product by fuzzy logic]. *Naukovyj visnyk Khersons'koho derzhavnoho universytetu*. Serii: Ekonomichni nauky, vyp. 16, ch. 2, pp. 68–71 (in Ukrainian).
8. M'iachyn V., Alejnikova K. Suchasni ta perspektyvni metody otsinky konkurentospromozhnosti innovatsijnoi produktsii [Modern and promising methods of assessing the competitiveness of innovative enterprises and competitiveness of innovative products].

Naukovyj visnyk Uzhhorods'koho natsional'noho universytetu. Seriya: Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove hospodarstvo. Vyp. 22, ch. 2, pp. 134–137 (in Ukrainian).

9. Tompson A., Striklend A. (2006) *Strategicheskij menedzhment: koncepcii i situacii dlja analiza* [Strategic management: concepts and cases]. Moscow : Izdatel'skij dom "Vil'jams", 928 p. (in Russian).

10. Tryhub A., Bilets'kyj O., Ovcharenko O. (2015) Otsiniuvannia konkurentospromozhnosti pidpriemstva zasobamy nechitkoi lohiky [Assessing the enterprise competitiveness by means of fuzzy logic]. *Ekonomichnyj visnyk DVNZ UDKhTU*, no. 2 (2), pp. 30–35.

11. Hassi D. (2008) *Strategija i planirovanie* [Strategy and planning]. SPb.: Piter, 560 p. (in Russian).

12. Fljajsher K., Bensussan B. (2005) *Strategicheskij i konkurentnyj analiz. Metody i sredstva konkurentnogo analiza v biznese* [Strategic and Competitive Analysis. Methods and Techniques for Analyzing Business Competition]. Moscow : BINOM. Laboratorija znanij, 541 p. (in Russian).

13. Azarova A., Zhytkevych O. (2013) Mathematical methods of identification of Ukrainian enterprises competitiveness level by fuzzy logic using. *Ekonomichnyj chasopys – XXI*, no. 9.10(2), pp. 59–62.

14. Chang D.Y. (1996) Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, vol. 95 (3), pp. 649–655.

15. Deng Q., Liu X., Liao H. (2015). Identifying Critical Factors in the Eco-Efficiency of Remanufacturing Based on the Fuzzy DEMATEL Method. *Sustainability*, vol. 7, no. 11, 15527–15547.

16. Porter M.E. (2008) *Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competitors*. Simon and Schuster. 390 p.

17. Wheelen T.L., Hunger D.L. Hoffman A. N., Bamford C.E. (2018) *Strategic Management and Business Policy. Globalization, innovation, and sustainability*. Pearson Education Limited, 851 p.

18. Zadeh L.A. (1978) Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility. *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 1, no. 1, 89–100.