

ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ

УДК 005.336/.521:161.111:658

DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/156-19>**Балан В. Г.**кандидат фізико-математичних наук, доцент,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1577-0636>**Balan Valeriy**

Taras Shevchenko National University of Kyiv

СТРАТЕГІЧНИЙ АНАЛІЗ ЗОВНІШНЬОГО ОТОЧЕННЯ ПІДПРИЄМСТВА З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКИХ ДАНИХ

У статті на основі застосування інструментарію нечітко-множинної теорії вдосконалено класичні інструменти стратегічної діагностики зовнішнього середовища підприємства та запропоновано модифіковану матрицю оцінювання зовнішніх факторів Дж. Вільсона. Для представлення лінгвістичних оцінок експертів використано нечіткі числа в триангулярній формі з трикутними функціями належності, для визначення нечітких коефіцієнтів важливості зовнішніх факторів – метод Fuzzy AHP, для обчислення нечітких значень впливу факторів за визначеними напрямками аналізу та їх інтегрального впливу – Fuzzy SAW. Для практичного застосування модель реалізована у вигляді фреймворку в пакеті Fuzzy Logic Toolbox обчислювальної системи Matlab. Розроблений методичний підхід може бути використаний у стратегічному плануванні діяльності підприємств як основа для розробки й реалізації ефективних конкурентних стратегій.

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

STRATEGIC ANALYSIS OF THE ENTERPRISE'S EXTERNAL ENVIRONMENT USING FUZZY DATA

In the article, in the form of an integral model, the classical approaches to strategic diagnostics of the external environment of an enterprise (PESTEL-analysis, ETOM and EFEM) are improved on the basis of the use of fuzzy-set theory tools, taking into account probabilistic considerations regarding the possibility of implementing the influence of relevant factors. A modified matrix for evaluating external factors by J. Wilson based on the linguistic assessments of experts is also proposed. In order to achieve the set goals, the work uses methods of strategic analysis and fuzzy methods of multi-criteria analysis. To represent the linguistic assessments of experts, fuzzy numbers in triangular form with triangular membership functions are used. To determine the fuzzy coefficients of the importance of external factors, the Fuzzy AHP method was used, to calculate the fuzzy values of the influence of factors in certain areas of analysis and their integral influence – Fuzzy SAW, to defuzzify the obtained values – the COA (Center Of Area) method. To rank environmental factors it is proposed to use a coefficient that takes into account both the level of influence of a particular factor and the probability of its implementation. 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 introducing expert information in the form of linguistic estimates, a block for transforming these estimates into fuzzy numbers written in triangular form with the corresponding membership functions, a fuzzy calculus block values of the level of influence of factors of the external environment of the enterprise in the directions of analysis and the general level of their influence, a block of defuzzification of these values. The design scheme makes it possible to carry out simulation modeling, depending on the modification of the list of certain factors of the external environment and the correction of experts' considerations. The developed methodological approach can be used in the strategic planning of activities of both enterprises with related diversification, and conglomerates, as a basis for the development and implementation of effective competitive strategies.

Keywords: fuzzy sets, fuzzy multicriteria analysis, linguistic variables, term set, strategic analysis of the external environment, Fuzzy AHP-method, Fuzzy SAW-method.

JEL classification: C52, O12.

Постановка проблеми. Сучасний стан вітчизняної економіки характеризується нестабільністю, невизначеністю та турбулентністю. Значний вплив на економічні процеси здійснюють політичні, демографічні, соціальні, технологічні, екологічні, конкурентні фактори та довготривала коронавірусна пандемія, яка кардинально змінила підходи до ведення бізнесу, посилила конкуренцію на глобальних та локальних ринках, ускладнила процеси

управління підприємством, особливо в стратегічному контексті. Тому перед керівництвом компаній постають завдання розробки науково-обґрунтованих методик аналізу, оцінювання й урахування тенденцій таких чинників з метою адекватного й своєчасного реагування на виклики, що генеруються зовнішнім оточенням.

Стратегічна діагностика зовнішнього середовища підприємства необхідна та дуже важлива складова

його загального стратегічного аналізу з метою виявлення та оцінювання основних можливостей і загроз макро- й мікрооточення. У роботі [7] автори на основі дослідження діяльності Nestle Nigeria Plc та Cadbury Nigeria Plc підтверджують тезу, що постійний моніторинг, сканування та оцінювання зовнішнього оточення великою мірою можуть забезпечити кращі результати та більшу ефективність діяльності підприємства в конкурентному бізнес-середовищі. Цю ж думку в одному зі своїх інтерв'ю висловив Дітер Цетше, генеральний директор корпорації Daimler, який стверджує, що «той, хто прагне до стійкої конкурентоспроможності й прибутковості, повинен постійно розвиватися й адаптуватися до швидко мінливих умов – технологічно, культурно, а також структурно. А це можливо лише за умов постійного моніторингу, аналізу та прогнозування зовнішнього середовища» [2, с. 27].

Сучасний стратегічний аналіз великою мірою базується на експертних міркуваннях й оцінках, які мають «розмитий», нечіткий характер. Це своєю чергою зумовлює необхідність перегляду традиційних методик, недостатньо ефективних із точки зору врахування характеру наявної і прогнозованої інформації, та використання нечітких підходів до аналізу та оцінювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичним та методичним аспектам стратегічного аналізу підприємств присвячена велика кількість досліджень, зокрема таких відомих зарубіжних та вітчизняних учених: І. Ансоффа [1], Р. Гранта [3], П. Дойля, Н. Лейка, А. Томпсона, А. Стрікленда [4], М. Портера, Д. Хассі [5], Ф. Девіда [9], Т. Віліна, Д. Хангера, А. Хофмана, К. Бемфорда [17], Фляйшера К., Бенсуссана Б. [6], Л. Довгань, А. Наливайка, Н. Подольчака, З. Шершньової, А. Шегди та ін. У сучасних джерелах наводиться велика кількість публікацій, присвячених темі практичного застосування класичних інструментів стратегічного аналізу факторів зовнішнього середовища (ЕТОМ, EFEM, PESTEL, SWOT-аналізу, модель 5-ти сил Портера тощо). Їх аналіз, оцінювання можливостей за допомогою методики FAROUT наведені у фундаментальній роботі К. Фляйшера та Б. Бенсуссана [6], а детальний опис і застосування для практичних потреб відомих компаній – у [15].

Зважаючи на напрацювання у даній області, результати цих досліджень представляють інтерес більшою мірою в контексті вирішення конкретних стратегічних проблем окремих підприємств. З точки зору даного дослідження більш цікавими є розвиток і застосування зазначених методів із урахуванням сучасних досягнень економіко-математичного моделювання. В останній час досить перспективним напрямом у стратегічному менеджменті для вирішення проблем стратегічного аналізу підприємства є застосування теорії нечітких множин [18], які розширили можливості класичних інструментів і продемонстрували їх ефективність і гнучкість. Так, у [13] пропонується нечіткий підхід до оцінювання впливу зовнішніх факторів на стратегію підприємства (Fuzzy EFEM) із використанням нечітких триангулярних чисел та досить широкій за варіативністю оцінок шкали (у crisp-виді: від -20 до 20). Авторами [11] запропоновано два логічно-орієнтовані підходи до оцінювання зовнішнього середовища. Перший на основі логічного програмування обмежень на дійсні числа (CLP (R)), другий – заснований на при-

чинно-ймовірнісному логічному програмуванні. Дані підходи були вдосконалені в роботі [12], де запропоновано підхід на основі нечіткої логіки до стратегічного оцінювання оточення (SEA – Strategic Environmental Assessment), у рамках якого реалізовано чотири моделі з різними функціями та інформативними можливостями. Ці моделі пропонують більш якісний підхід, ніж [11], і показують, що нечітка логіка є більш перспективною для застосування у стратегічному аналізі. У [16] для оцінювання факторів конкурентного середовища турецької цементної галузі використовується нечітка модель 5-ти сил М. Портера (Fuzzy Force Assessment Model – FFAM), а в [14] – нечіткий SWOT-аналіз у стратегічному плануванні інвестиційної та інвестиційної діяльності вітчизняних підприємств. Для ідентифікації критичних факторів зовнішнього середовища авторами [10] застосовано Fuzzy DEMATEL-метод.

Незважаючи на значні здобутки в області вдосконалення інструментарію стратегічного аналізу, існують суттєві прогалини, що стосуються окремих аспектів дослідження й моделювання проблем сканування, оцінювання й прогнозування змін у зовнішньому середовищі підприємств.

Метою статті є розробка методики поглибленого зовнішнього стратегічного аудиту за визначеними напрямками на основі вдосконалення класичних методів стратегічного аналізу з використанням нечіткого-множинного моделювання.

Виклад основного матеріалу. Лес Воррал, професор Wolverhampton Business School, визначає стратегічний аналіз як «теоретично обґрунтоване розуміння середовища, в якому функціонує організація, а також розуміння взаємодії організації з її оточенням для підвищення ефективності та дієвості організації шляхом розширення її можливостей розумного розгортання та перерозподілу своїх ресурсів» [2, с. 23]. Дослідження поточного стану зовнішнього оточення підприємства, визначення сприятливих можливостей і загроз, прогнозування тенденцій макро- і мікрооточення є важливою і невід'ємною складовою загального стратегічного аналізу кожної компанії. Для забезпечення об'єктивності такого аналізу необхідно залучати як внутрішніх стратегічних аналітиків і фахівців, так і зовнішніх експертів та консалтингові фірми. Як стверджують Фляйшер Крейг (директор Odette Research) та Бенсуссан Бабет (директор MindShifts Group Pty. Ltd) «ефективний аналіз потребує досвіду, добросовісного внеску, інтуїції та моделей, а також ... навіть відтінку спокою. Він потребує постійної зміни комбінацій мистецтва і науки, здорового глузду та інформаційних моделей, інтуїції та вказівок» [6, с. 88]. Зрозуміло, що незначеність, складність та турбулентність зовнішнього середовища породжує нечіткість та розмитість оцінок впливу різних чинників, особливо тих, що стосуються майбутнього. З метою більш повного врахування дії цих факторів необхідний постійний моніторинг макро- і мікрооточення та періодичне їх стратегічне сканування, під яким розуміють процес вимірювання, прогнозування й оцінювання змін у різних параметрах середовища. Зрозуміло, що таке сканування є складовою зовнішнього стратегічного аналізу і саме воно дає важливу релевантну інформацію для підготовки стратегічних рішень.

На основі аналізу наукових публікацій за темою дослідження можна зробити висновок про необхідність вдосконалення існуючого інструментарію стратегічного аналізу зовнішнього середовища для більш повного врахування суб'єктивних, неформалізованих, нечітких вхідних даних, думок і суджень експертів. З цією метою пропонується розроблений методичний підхід на основі теорії нечітких множин, основні етапи якого наведені на рис. 1. Розглянемо ці етапи детальніше.

На 1-му етапі необхідно визначитися з напрямками аналізу та оцінювання зовнішнього середовища та ідентифікувати фактори, які здійснюють вплив на діяльність підприємства за основними напрямками аналізу.

Зазначимо, що на рис. 1 для зовнішніх факторів уведено наступні позначення: P – політико-правові, E – економічні, S – соціокультурні, T – технологічні, D – демографічні та географічні, C – конкурентні.

На 2-му етапі для обчислення нечітких значень важливості факторів, які здійснюють вплив на діяльність підприємства, скористаємося методом Fuzzy AHP [8].

Проілюструємо процедуру застосування даного методу для економічних факторів ($E: E_1, E_2, \dots, E_{n_E}$). Для цього необхідно виконати наступні дії:

Крок 1. Побудова кожним членом експертної групи матриці парних порівнянь важливості ідентифікованих економічних факторів на основі лінгвістичної шкали

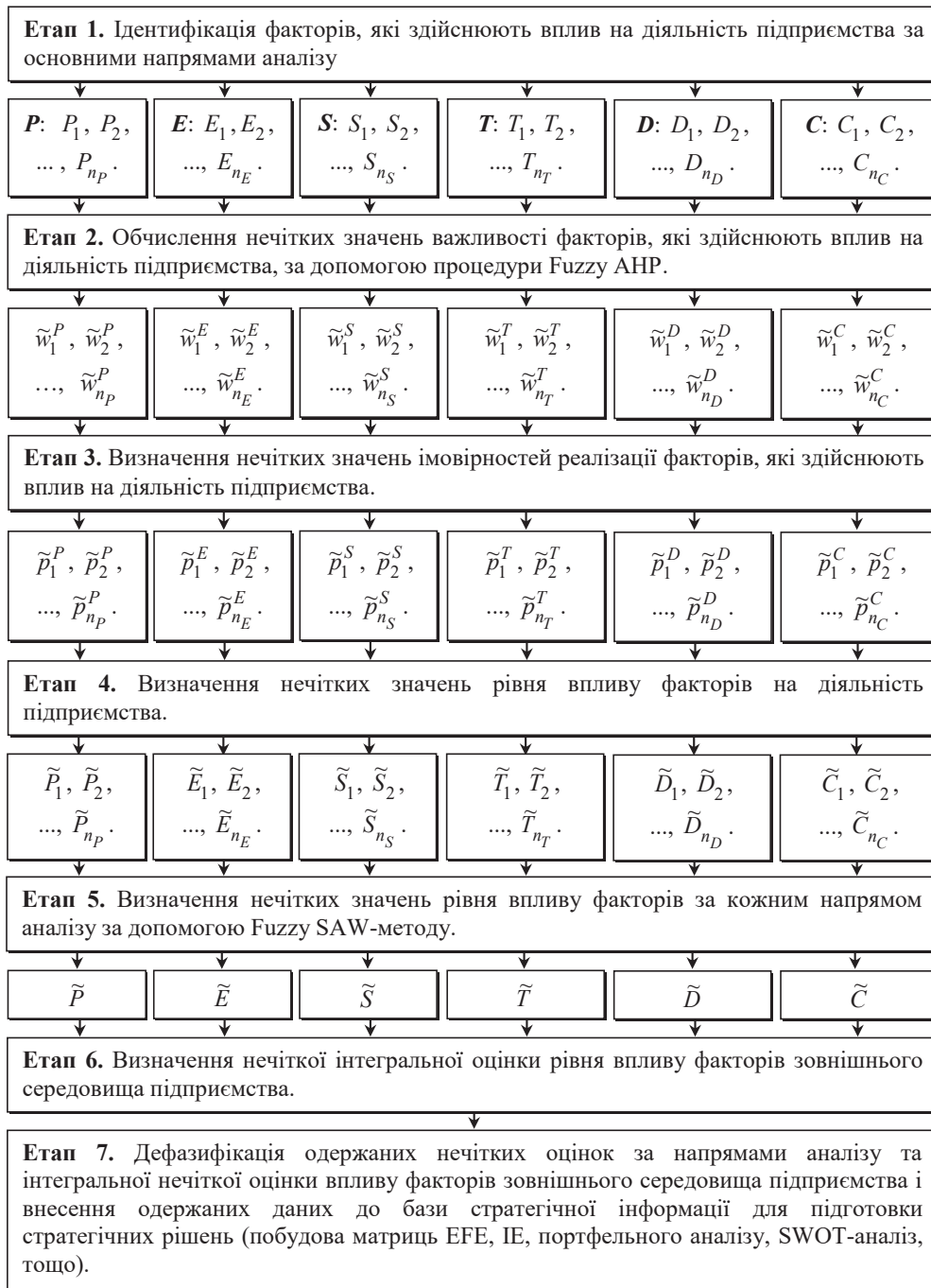


Рис. 1. Етапи оцінювання зовнішнього середовища підприємства

Джерело: розроблено автором

(терм-множини T_1), наведеної в табл. 1: $Q_k^E = \|q_{kij}^E\|_{n_E \times n_E}$, де q_{kij}^E – лінгвістична оцінка k -м експертом переважності i -го фактора над j -м при їх парному порівнянні, $i, j = 1, 2, \dots, n_E; k = 1, 2, \dots, K$.

Крок 2. Побудова нечітких матриць парних порівнянь факторів шляхом трансформації лінгвістичних оцінок у нечіткі числа на основі шкали, наведеної в табл. 1, та відповідних триангулярних нечітких чисел з відповідними функціями належності (рис. 2): $Q_k^E \rightarrow \tilde{F}_k^E = \| \tilde{f}_{kij}^E \|_{n_E \times n_E} = \| (\alpha_{kij}^E; \beta_{kij}^E; \gamma_{kij}^E) \|_{n_E \times n_E}$, $k = 1; 2; \dots; K$.

Крок 3. Агрегація нечітких матриць $\tilde{F}_1^E, \tilde{F}_2^E, \dots, \tilde{F}_K^E$ за допомогою співвідношення (1) для обчислення інтегральної нечіткої матриці парних порівнянь визначених економічних факторів:

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

Крок 4. Далі скористаємося стандартною процедурою методології Fuzzy ANP [8] і для одержаної матриці \tilde{F}^E розрахуємо нечіткі числа:

$$\tilde{s}_i^E = ({}^{n_E} \sqrt{\alpha_{i1}^E \times \dots \times \alpha_{in_E}^E}; {}^{n_E} \sqrt{\beta_{i1}^E \times \dots \times \beta_{in_E}^E}; {}^{n_E} \sqrt{\gamma_{i1}^E \times \dots \times \gamma_{in_E}^E}) = (\alpha_i^E; \beta_i^E; \gamma_i^E), \quad i = 1, 2, \dots, n_E.$$

Після цього обчислимо

$$\tilde{r}^E = \tilde{s}_1^E (+) \tilde{s}_2^E (+) \dots (+) \tilde{s}_{n_E}^E = (\alpha_1^E + \alpha_2^E + \dots + \alpha_{n_E}^E; \beta_1^E + \beta_2^E + \dots + \beta_{n_E}^E; \gamma_1^E + \gamma_2^E + \dots + \gamma_{n_E}^E)$$

$$\beta_1^E + \beta_2^E + \dots + \beta_{n_E}^E; \gamma_1^E + \gamma_2^E + \dots + \gamma_{n_E}^E) = (r_\alpha^E; r_\beta^E; r_\gamma^E)$$

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

Нечіткі коефіцієнти важливості визначених економічних факторів одержимо на основі таких співвідношень:

$$\tilde{v}_i^E = (\alpha_i^E; \beta_i^E; \gamma_i^E) \otimes \left(\frac{1}{r_\gamma^E}; \frac{1}{r_\beta^E}; \frac{1}{r_\alpha^E} \right) = \left(\frac{\alpha_i^E}{r_\gamma^E}; \frac{\beta_i^E}{r_\beta^E}; \frac{\gamma_i^E}{r_\alpha^E} \right) = (v_{1i}^E; v_{2i}^E; v_{3i}^E).$$

Ці значення необхідно нормалізувати. Для цього спочатку дефазифікуємо одержані числа, використовуючи метод COA (Centre Of Area) [8] за допомогою наступного співвідношення:

$$(\tilde{v}_i^E)^{def} = \frac{(v_{3i}^E - v_{1i}^E) + (v_{2i}^E - v_{1i}^E)}{3} + v_{1i}^E \quad (2)$$

Нормалізацію коефіцієнтів здійснюємо за формулою (3):

$$\tilde{w}_i^E = \left(v_{1i}^E / \sum_{i=1}^{n_E} (\tilde{v}_i^E)^{def}; v_{2i}^E / \sum_{i=1}^{n_E} (\tilde{v}_i^E)^{def}; v_{3i}^E / \sum_{i=1}^{n_E} (\tilde{v}_i^E)^{def} \right) = (w_{1i}^E; w_{2i}^E; w_{3i}^E) \quad (3)$$

Нечіткі вагові коефіцієнти зовнішніх факторів за іншими напрямками аналізу знаходимо аналогічним чином (крок 1 – крок 4).

Етап 3 передбачає визначення нечітких значень імовірностей реалізації впливу зовнішніх факторів на діяльність підприємства. Для лінгвістичного оцінювання ймовірності реалізації впливу цих факторів ско-

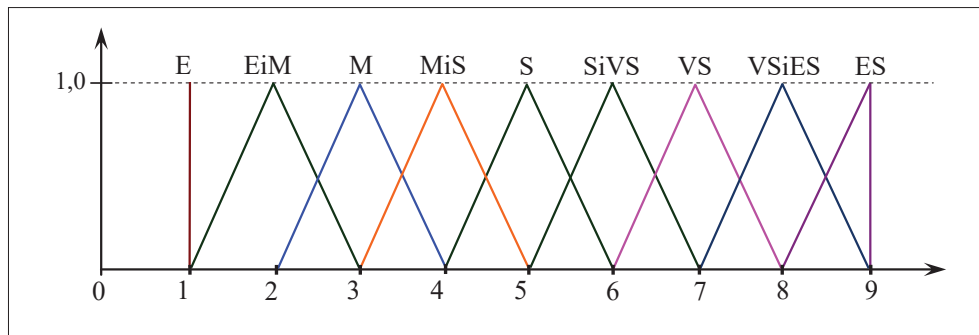


Рис. 2. Трикутні функції належності термів при застосуванні Fuzzy ANP

Таблиця 1

Шкала переведення лінгвістичних термів у нечіткі триангулярні числа

Лінгвістичні терми для визначення відносної важливості факторів (i -го фактора з j -м)	Позн.	\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)

ристаємося терм-множиною $T_2 = \{\text{дуже низька} - \text{VL}; \text{низька} - \text{L}; \text{середня} - \text{M}; \text{висока} - \text{H}; \text{дуже висока} - \text{VH}\}$. Семантика термів задається нечіткими числами на інтервалі $[0; 1]$ (рис. 3) з відповідними функціями належності та нечіткими числами – VL: (0,0; 0,0; 0,25); L: (0,15; 0,3; 0,45); M: (0,35; 0,5; 0,65); H: (0,55; 0,7; 0,85); VH: (0,75; 1,0; 1,0).

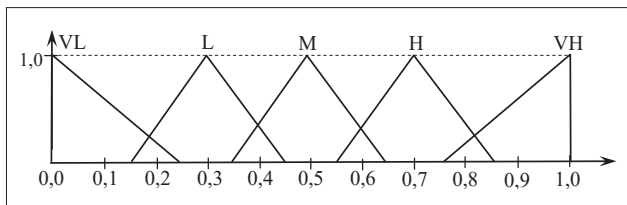


Рис. 3. Функції належності термів оцінювання імовірності реалізації впливу чинників зовнішнього середовища

Джерело: розроблено автором

Таким чином для кожного експерта одержимо нечіткі оцінки імовірностей реалізації впливу зовнішніх факторів, агрегуючи які, матимемо: для Р-факторів: $\tilde{p}_1^P, \tilde{p}_2^P, \dots, \tilde{p}_{n_p}^P$; для Е-факторів: $\tilde{p}_1^E, \tilde{p}_2^E, \dots, \tilde{p}_{n_E}^E$; для S-факторів: $\tilde{p}_1^S, \tilde{p}_2^S, \dots, \tilde{p}_{n_S}^S$; для Т-факторів: $\tilde{p}_1^T, \tilde{p}_2^T, \dots, \tilde{p}_{n_T}^T$; для D-факторів: $\tilde{p}_1^D, \tilde{p}_2^D, \dots, \tilde{p}_{n_D}^D$; для С-факторів: $\tilde{p}_1^C, \tilde{p}_2^C, \dots, \tilde{p}_{n_C}^C$.

На етапі 4 визначаються нечіткі значення впливу зовнішніх факторів на діяльність підприємства. Для оцінювання рівня впливу цих факторів на підприємство і його стратегію розглядаємо їх як лінгвістичні змінні, терм-множина яких може бути визначена так: $T_3 = \{\text{несуттєвий} - \text{No Significant (NS)}, \text{дуже низький} - \text{Very Low (VL)}; \text{низький} - \text{Low (L)}; \text{середній} - \text{M (M)}; \text{високий} - \text{High (H)}; \text{дуже високий} - \text{Very High (VH)}, \text{надзвичайно високий} - \text{Extremely High (EH)}\}$. Семантика термів задається нечіткими числами на інтервалі $[-6; 6]$ (рис. 4) з відповідними функціями належності та нечіткими числами в триангулярному представленні:

– для загроз: $NS_T: (-1; 0; 0)$; $VL_T: (-2; -1; 0)$; $L_T: (-3; -2; -1)$; $M_T: (-4; -3; -2)$; $H_T: (-5; -4; -3)$; $VH_T: (-6; -5; -4)$; $EH_T: (-6; -6; -5)$;

– для можливостей: $NS_O: (0; 0; 1)$; $VL_O: (0; 1; 2)$; $L_O: (1; 2; 3)$; $M_O: (2; 3; 4)$; $H_O: (3; 4; 5)$; $VH_O: (4; 5; 6)$; $EH_O: (5; 6; 6)$.

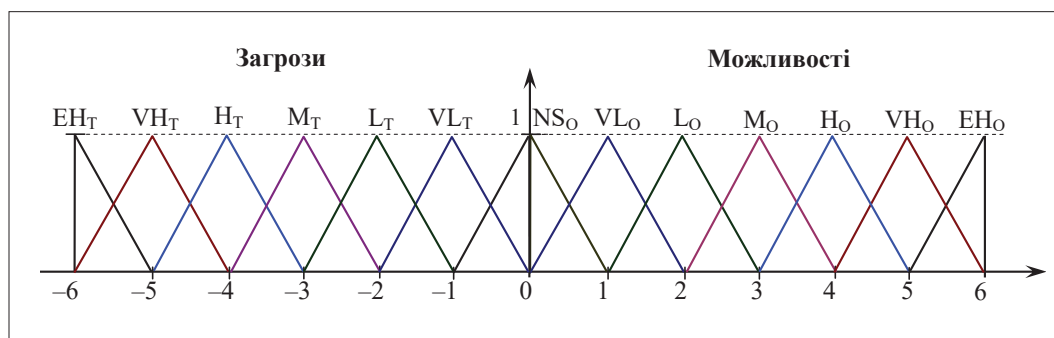


Рис. 4. Функції належності термів оцінювання факторів впливу зовнішнього середовища на підприємство

Джерело: розроблено автором

Одержимо нечіткі оцінки кожного експерта рівня впливу зовнішніх факторів, агрегуючи які, матимемо: для Р-факторів: $\tilde{P}_1, \tilde{P}_2, \dots, \tilde{P}_{n_p}$; для Е-факторів: $\tilde{E}_1, \tilde{E}_2, \dots, \tilde{E}_{n_E}$; для S-факторів: $\tilde{S}_1, \tilde{S}_2, \dots, \tilde{S}_{n_S}$; для Т-факторів: $\tilde{T}_1, \tilde{T}_2, \dots, \tilde{T}_{n_T}$; для D-факторів: $\tilde{D}_1, \tilde{D}_2, \dots, \tilde{D}_{n_D}$; для С-факторів: $\tilde{C}_1, \tilde{C}_2, \dots, \tilde{C}_{n_C}$.

Зазначимо, що використання нечітких лінгвістичних оцінок впливу зовнішніх факторів на діяльність підприємства та нечітких значень імовірності їх реалізації дає змогу побудувати більш деталізовану та інформативну матрицю оцінювання можливостей і загроз (удосконалену матрицю Дж. Вілсона), рис. 5. Кожний фактор, який розглядається, позиціонують у даній матриці відповідно до лінгвістичних оцінок, одержаних на етапах 3 і 4, що дає змогу наочно представити розподіл визначених факторів за важливістю впливу та ймовірністю реалізації цього впливу.

Відповідно до представленої матриці, можливості, що потрапили в область A_O , мають велике значення для організації та повинні бути обов'язково використані. Можливості, що потрапили на поля B_O , також потребують посиленої уваги управлінців, а ті, що знаходяться в C_O – можуть бути використані лише при наявності достатніх ресурсів або за певних умов.

Загрози, що потрапили на поля A_T , є найбільш небезпечними для подальшого функціонування й розвитку організації та першочерговими для усунення, оскільки наслідки, до яких може призвести реалізація цих загроз, можуть проявитися через руйнування організації або приведення її до критичного стану; загрози, що потрапили на поля B_T , також мають бути в полі зору керівництва і повинні бути усунені якомога швидше, оскільки ці загрози можуть бути причиною критичного або важкого стану; загрози з області C_T мають знаходитись під наглядом керівництва – вони можуть призвести до легких пошкоджень.

Етап 5. Для визначення нечітких значень інтегрального впливу факторів за кожним напрямом аналізу ристаємося Fuzzy SAW-методом. Зазначимо, що в формулі нечіткого адитивного зважування (4 – 9) включена й оцінка ймовірності реалізації впливу кожного фактора.

$$\tilde{E} = \bigoplus_{i=1}^{n_E} \tilde{w}_i^E(x) \tilde{p}_i^E(x) \tilde{E}_i = (w_{1i}^E p_{1i}^E E_{1i}; w_{2i}^E p_{2i}^E E_{2i}; w_{3i}^E p_{3i}^E E_{3i}); \quad (4)$$

$$\tilde{S} = \bigoplus_{i=1}^{n_S} \tilde{w}_i^S(x) \tilde{p}_i^S(x) \tilde{S}_i = (w_{1i}^S p_{1i}^S S_{1i}; w_{2i}^S p_{2i}^S S_{2i}; w_{3i}^S p_{3i}^S S_{3i}); \quad (5)$$

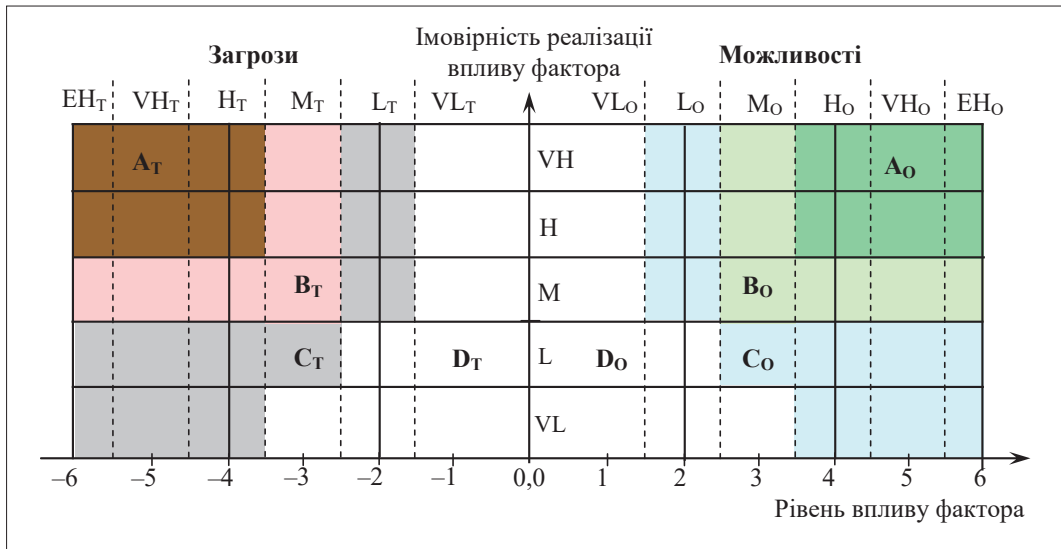


Рис. 5. Матриця нечіткого оцінювання можливостей і загроз

Джерело: розроблено автором

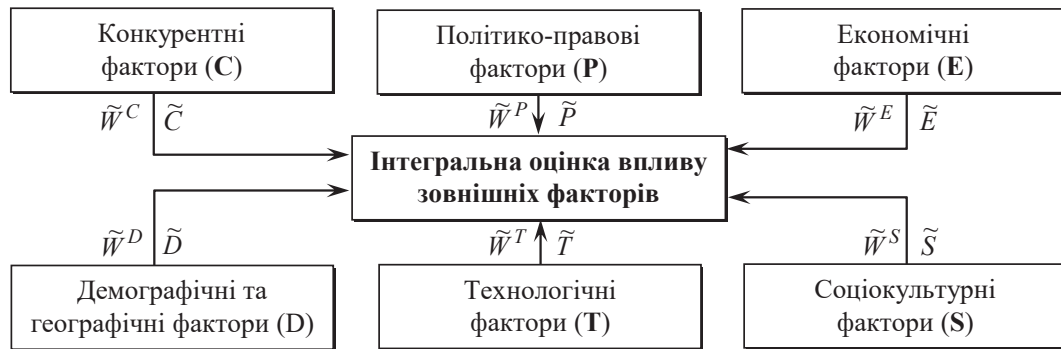


Рис. 6. Визначення інтегральної оцінки впливу часткових оцінок зовнішніх факторів

Джерело: розроблено автором

$$\tilde{D} = \bigoplus_{i=1}^{n_D} \tilde{w}_i^D(x) \tilde{p}_i^D(x) \tilde{d}_i = (w_{1i}^D p_{1i}^D d_{1i}; w_{2i}^D p_{2i}^D d_{2i}; w_{3i}^D p_{3i}^D d_{3i}); \quad (6)$$

$$\tilde{P} = \bigoplus_{i=1}^{n_P} \tilde{w}_i^P(x) \tilde{p}_i^P(x) \tilde{p}_i = (w_{1i}^P p_{1i}^P p_{1i}; w_{2i}^P p_{2i}^P p_{2i}; w_{3i}^P p_{3i}^P p_{3i}); \quad (7)$$

$$\tilde{T} = \bigoplus_{i=1}^{n_T} \tilde{w}_i^T(x) \tilde{p}_i^T(x) \tilde{t}_i = (w_{1i}^T p_{1i}^T t_{1i}; w_{2i}^T p_{2i}^T t_{2i}; w_{3i}^T p_{3i}^T t_{3i}); \quad (8)$$

$$\tilde{C} = \bigoplus_{i=1}^{n_C} \tilde{w}_i^C(x) \tilde{p}_i^C(x) \tilde{c}_i = (w_{1i}^C p_{1i}^C c_{1i}; w_{2i}^C p_{2i}^C c_{2i}; w_{3i}^C p_{3i}^C c_{3i}). \quad (9)$$

Етап 6. Для обчислення нечіткої інтегральної оцінки рівня впливу факторів зовнішнього середовища підприємства (рис. 6) скористаємося формулою (10), у якій нечіткі вагові коефіцієнти \tilde{W}^P , \tilde{W}^E , \tilde{W}^S , \tilde{W}^T , \tilde{W}^D , \tilde{W}^C знаходяться на основі застосування процедури Fuzzy АНР (крок 1 – крок 4 етапу 2).

$$\begin{aligned} \tilde{T} &= \tilde{W}^P(x) \tilde{P}(+) \tilde{W}^E(x) \tilde{E}(+) \tilde{W}^S(x) \tilde{S}(+) \\ & (+) \tilde{W}^T(x) \tilde{T}(+) \tilde{W}^D(x) \tilde{D}(+) \tilde{W}^C(x) \tilde{C} \end{aligned} \quad (10)$$

Для дефазифікації нечітких значень, одержаних за формулами (4–10), можна застосувати співвідношення, аналогічне (2).

Зазначимо, що для ранжирування факторів зовнішнього середовища можна скористатися коефіцієнтом, який враховує і рівень впливу конкретного фактору, і ймовірність його реалізації, наприклад, для економічних факторів: $\tilde{p}_i^E(x) \tilde{E}_i$ з наступною його дефазифікацією за аналогом формули (2).

Висновки. У даній роботі представлено методичний підхід до стратегічного аналізу та оцінювання зовнішнього середовища підприємства шляхом узагальнення класичних інструментів стратегічної діагностики (PESTEL-аналізу, методів ETOM, EFEM) з використанням нечітко-множинного моделювання та з урахуванням ймовірнісних міркувань щодо можливості реалізації впливу відповідних чинників. Також модифіковано матрицю оцінювання можливостей і загроз Дж. Вільсона з використанням нечітких даних експертів. Це дало змогу більш гнучко підійти до аналізу та застосування експертної релевантної інформації, суб'єктивних, неформалізованих, нечітких вхідних даних, думок і суджень експертів в умовах динамічного й турбулентного зовнішнього середовища, забезпечити більш обґрунтовані висновки щодо впливу факторів макро- і мікрооточення для підготовки і прийняття стратегічних рішень.

Список використаних джерел:

1. Ансофф И. Стратегическое управление. Москва : Экономика, 1989. 519 с.
2. Балан В.Г. Стратегічне управління. Практикум. Київ : Наукова столиця, 2018. 524 с.
3. Грант Р.М. Современный стратегический анализ: 5-е изд. Санкт-Петербург : Питер, 2008. 560 с.
4. Томпсон А. А., Стрикленд А. Дж. Стратегический менеджмент: концепции и ситуации для анализа, 12-е издание: Пер. с англ. Москва : Издательский дом «Вильямс», 2006. 928 с.
5. Хасси Д. Стратегия и планирование. : Питер, 2008. 560 с.
6. Фляйшер К., Бенсуссан Б. Стратегический и конкурентный анализ. Методы и средства конкурентного анализа в бизнесе. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. 541 с.
7. Babatunde B.O., Adebisi A.O. Strategic environmental scanning and organization performance in a competitive business environment. *Economic Insights. Trends and Challenges*. Vol. LXIV. № 1. 2012. P. 24–34.
8. Chang D.Y. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*. 1996. Vol. 95 (3). P. 649–655.
9. David F. Strategic Management: Concepts and Cases, 11th Edition. Prentice Hall, 2006. 657 p.
10. 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.
11. Gavanelli M., Riguzzi F., Milano M., Cagnoli P. Logic-Based Decision Support for Strategic Environmental Assessment. Theory and Practice of Logic Programming, 26th International Conference on Logic Programming (ICLP'10). Special Issue 10(4–6). 2010. P. 643–658.
12. Gavanelli M., Riguzzi F., Milano M., Sottara D., Cangini A., Cagnoli P. An Application of Fuzzy Logic to Strategic Environmental Assessment. In: Pirrone R., Sorbello F. (eds): Artificial Intelligence Around Man and Beyond. Lecture Notes in Computer Science. Springer, 2011. Vol. 6934. P. 324–335.
13. Mohammadi A., Mohammadi Ab., Zarifpayam S.V., Mohammadi M. Presentation of Fuzzy Models of EFE, IFE and QSPM. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2011. Vol. 5(12). P. 1173–1179.
14. Myachin V.G. Fuzzy-logical approach to strategic planning of investment and innovation activity of enterprises. *Економічний вісник ДВНЗ УДХТУ*. 2018. № 2(8). С. 21–25.
15. Shtal T.V., Buriak M.M., Amirbekuly Y., Ukubassova G.S., Kaskin T.T., Toiboldinova Z.G. Methods of analysis of the external environment of business activities. *Revista ESPACIOS*. Vol. 39. № 12. 2018. P. 1–22.
16. Ulubeyli S. Industry-wide competitiveness assessment through fuzzy synthetic evaluation: the case of cement industry. *Journal of Business Economics and Management*. 2017. Vol. 18(1). P. 35–53.
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 p.

References:

1. Ansoff I. (1989) *Strategicheskoe upravlenie* [Strategic management]. Moscow: Jekonomika, 519 p. (in Russian)
2. Balan V.H. (2018) *Stratehichne upravlinnia. Praktykum* [Strategic management. Workshop]. 2-he vyd., pererob. i dop. Kyiv: Naukova stolytsia, 524 p. (in Ukrainian)
3. Grant R.M. (2008) *Sovremennyy strategicheskij analiz: 5-e izd.* [Contemporary strategy analysis: fifth edition]. Sankt-Peterburg: Piter, 560 p. (in Russian)
4. Tompson A.A., Striklend A. Dzh. (2006) *Strategicheskij menedzhment: koncepcii i situacii dlja analiza* [Strategic management: concepts and cases]. Moscow: Izdatel'skij dom «Vil'jams», 928 p. (in Russian)
5. Hassi D. (2008) *Strategija i planirovanie* [Strategy and planning]. SPb.: Piter, 560 p. (in Russian)
6. 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 znaniij, 541 p. (in Russian)
7. Babatunde B.O., Adebisi A.O. (2012) Strategic environmental scanning and organization performance in a competitive business environment. *Economic Insights. Trends and Challenges*, vol. LXIV, no 1, pp. 24–34.
8. Chang D.Y. (1996) Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, vol. 95 (3), pp. 649–655.
9. David F. (2006) Strategic Management: Concepts and Cases, 11th Edition. Prentice Hall, 657 p.
10. 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, pp. 15527–15547.
11. Gavanelli M., Riguzzi F., Milano M., Cagnoli P. (2010) Logic-Based Decision Support for Strategic Environmental Assessment. Theory and Practice of Logic Programming, 26th International Conference on Logic Programming (ICLP'10). Special Issue 10(4–6), pp. 643–658.
12. Gavanelli M., Riguzzi F., Milano M., Sottara D., Cangini A., Cagnoli P. (2011) An Application of Fuzzy Logic to Strategic Environmental Assessment. In: Pirrone R., Sorbello F. (eds): Artificial Intelligence Around Man and Beyond. Lecture Notes in Computer Science. Springer, vol. 6934, pp. 324–335.
13. Mohammadi A., Mohammadi Ab., Zarifpayam S.V., Mohammadi M. (2011) Presentation of Fuzzy Models of EFE, IFE and QSPM. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, vol. 5(12), pp. 1173–1179.
14. Myachin V.G. (2018). Fuzzy-logical approach to strategic planning of investment and innovation activity of enterprises. *Економічний вісник ДВНЗ УДХТУ*, no 2(8), pp. 21–25.
15. Ulubeyli S. (2017). Industry-wide competitiveness assessment through fuzzy synthetic evaluation: the case of cement industry. *Journal of Business Economics and Management*, vol. 18(1), pp. 35–53.
16. Shtal T.V., Buriak M.M., Amirbekuly Y., Ukubassova G.S., Kaskin T.T., Toiboldinova Z.G. (2018). Methods of analysis of the external environment of business activities. *Revista ESPACIOS*, vol. 39, no 12, pp. 1–22.
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, pp. 89–100.